



В.Г. Уласовец

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРОИЗВОДСТВ**

Екатеринбург  
2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра механической обработки древесины

В.Г. Уласовец

# **ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Учебно-методическое пособие  
по составлению и расчету поставов при распиловке бревен  
параллельно их продольной оси.  
Для магистерской подготовки  
по направлению 250400.68 «Технология лесозаготовительных  
и деревоперерабатывающих производств»  
профиль «Технология деревообработки»

Екатеринбург  
2015

Печатаются по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.  
Протокол № 2 от 09 октября 2014 г.

Рецензент: доцент кафедры МОД, канд. техн. наук, И.В. Яцун

Редактор Р.В. Сайгина  
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

---

Подписано в печать 26.06.15		Поз. 26
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 3,95	Цена руб. Коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПОСТАВАХ

Технический план (схему) раскроя бревен на пилопродукцию заданных (заказчиком) размеров и качества называют **поставом**.

Группу пил, установленных в многопильных станках в соответствии с планом раскроя бревен на пиломатериалы, также принято называть **поставом**.

Постав является основным технологическим документом, определяющим рациональность раскроя древесины.

**По количеству досок** поставки бывают **четными** и **нечетными**. Если бревно или брус распиливают на доски одинаковой толщины, то постав называют **пучковым**, а если их распиливают на доски различных толщин, то постав называют **смешанным**.

**Поставы по расположению** в них досок могут быть **симметричными** и **несимметричными** [1, 2].

Для распиловки бревен на пиломатериалы при использовании лесопильных рам обычно применяют симметричные поставки, так как они обеспечивают равномерное распределение нагрузки на пильную рамку. При этом толстые доски располагают в центре, а более тонкие к периферии. Такие поставки хорошо учитывают форму исходного сырья и обеспечивают более высокий выход пиломатериалов по сравнению с распиловкой на доски одинаковых толщин.

**Несимметричные поставки** применяют в особых случаях, например, при выпиливании шпал, переводных брусьев или при распиловке бревен мелких диаметров вразвал для получения стандартной ширины у самой крайней доски, выпиливаемой из сбеговой зоны.

## 2. СПОСОБЫ ЗАПИСИ ПОСТАВОВ

В практической работе лесопильных заводов нет единого способа записи поставов, однако здесь различают **неполный** постав и **полный** постав. Так, например, неполный постав на распиловку бревен вразвал, схема которого приведена на рис. 1, можно записать следующим образом:

1. 16 – 22 – 32 – 32 – 22 – 16, или

2.  $\frac{32}{2} - \frac{22}{2} - \frac{16}{2}$ , или

3.  $\frac{2}{32} - \frac{2}{22} - \frac{2}{16}$ , или

4.  $\frac{16}{75} - \frac{22}{100} - \frac{32}{150} - \frac{32}{150} - \frac{22}{100} - \frac{16}{75}$ .

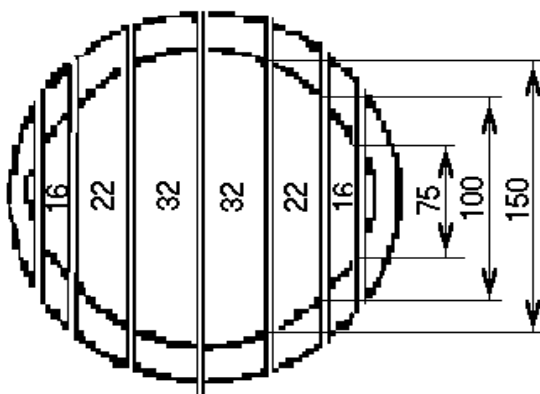


Рис. 1. Распиловка вразвал

**В первом** случае неполный постав записан в одну строку с указанием **толщины** досок и их расположения в бревне при выпилке.

**Во втором** случае неполный постав записан как дробь с указанием в числителе **толщины** досок, а в знаменателе – числа досок каждой толщины в порядке их расположения от центра.

**В третьем** случае неполный постав записан в виде дроби, но с указанием в числителе числа досок, а в знаменателе – их **толщины** в порядке расположения досок в поставе от центра.

**В четвертом** случае неполный постав записан в виде дроби, где в числителе указана **толщина** досок, а в знаменателе – их ширина, в том порядке, котором эти доски составляют постав.

Схему неполного постава на распиловку бревна с брусковкой (рис. 2) можно записать следующим образом:

1 -й проход: 22 – 175 – 22 ,

2 -й проход: 22 – 22 – 75 – 75 – 22 – 22,

или 1 -й проход: 175/1 – 22/2,

2 -й проход: 75/2 – 22/4.

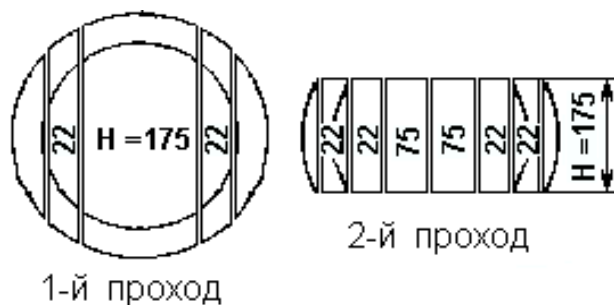


Рис. 2. Распиловка с брусковкой

Второй вариант записи несколько короче и сохраняет информацию о структуре неполного постава.

Запись **полного** постава должна предусматривать указание не только толщины и количества выпиливаемых пиломатериалов, но и их ширину и длину. Например,

при распиловке с брусковкой бревна диаметром в вершине 26 см, имеющего длину 5 м и коэффициент сбега, равный 1,2, запись вида полного постава может быть следующей:

$$\begin{aligned} \text{1-й проход: } & \frac{19^{1,5\text{ м}}}{75} - \frac{25^{3,75\text{ м}}}{125} - \frac{175}{187} - \frac{25^{3,75\text{ м}}}{125} - \frac{19^{1,5\text{ м}}}{75}, \\ \text{2-й проход: } & \frac{25^{4,25\text{ м}}}{100} - \frac{50^{5\text{ м}}}{175} - \frac{75^{5\text{ м}}}{175} - \frac{50^{5\text{ м}}}{175} - \frac{25^{4,25\text{ м}}}{100}. \end{aligned}$$

Здесь при записи первого прохода в знаменателе для бруса показана пропиленная в вершине пласть ("постель"), равная 187 мм, а для боковых досок в обоих проходах – их ширина после обрезки;

или

$$\begin{aligned} \text{1-й проход: } & \frac{175}{1} - \frac{25^{3,75\text{ м}}_{125}}{2} - \frac{19^{1,5\text{ м}}_{75}}{2}, \\ \text{2-й проход: } & \frac{75^{5\text{ м}}_{175}}{1} - \frac{50^{5\text{ м}}_{175}}{2} - \frac{25^{4,25\text{ м}}_{100}}{2}. \end{aligned}$$

Любой способ записи должен четко устанавливать последовательность расположения досок в поставе и их толщину.

### 3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЯЕМЫМ ПОСТАВАМ

Составленные постава должны максимально удовлетворять требованиям рационального раскроя пиловочного сырья, которые заключаются в получении наибольшего объемного, спецификационного и стоимостного выхода вырабатываемой пилопродукции.

Из теории и практики раскроя пиловочного сырья вытекают следующие **основные требования** к составляемым поставам:

1. Распиловку бревен желательно предусматривать с брусковкой, а выбираемую толщину бруса следует увязывать с заданной спецификационной шириной обрезных пиломатериалов. Толщину бруса  $H_{бр.}$ , мм, желательно выбирать в пределах, определяемых отношением

$$H_{бр.} = 10(0,53 \dots 0,8)d, \quad (1)$$

где  $d$  - величина диаметра бревна в вершине, см.

Иногда на практике для обеспечения специальных спецификационных заданий из имеющегося сырья больших диаметров выпиливают "глубокий" брус, равный  $0,5 d$  и менее, а из бревен мелких диаметров – "высокий" брус, равный  $0,85 d$  и более.

2. Постав должен быть симметричным относительно центра бревна.

3. Желательно не перегружать бревнопильный станок большим числом пил, так как это ведет к снижению его производительности и увеличивает объем опилок.

4. **Не следует в одном поставе предусматривать выпилку досок, толщина которых отличается меньше, чем на 5 мм, т.е. досок толщиной 16 и 19 мм, 19 и 22 мм, 22 и 25 мм.**

Требование исходит из того, что в соответствии с техническими условиями предельные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов толщиной до 32 мм (включительно) составляют  $\pm 1,0$  мм.

В этом случае доски в поставе, отличающиеся по толщине только на 3 мм, могут быть выпилены соответственно с верхним или нижним предельным отклонением и разность по толщине между ними может составить около 1 мм. Отличить такие доски по толщине в процессе сортировки при наличии у них значительной шероховатости (до  $R_{m_{max}} = 1250 \dots 1600$  мкм) практически невозможно.

5. В центральной части бревна следует выпиливать **толстые** доски. По мере приближения к периферийной части бревна толщина досок должна уменьшаться.

6. При распиловке бруса в зоне его пропиленной пласти ("постели" бруса) следует ставить толстые спецификационные пиломатериалы.

7. Желательно применять поставки с небольшим числом вырабатываемых сечений пиломатериалов. Это будет способствовать улучшению организации работ на участках по окончательной обработке пиломатериалов, а также при их сортировке, пакетировании, выполнении складских и транспортных операций.

8. Необходимо стремиться к рациональному охвату диаметра бревна поставом, но планировать к выработке пиломатериалы шириной менее 75 мм и короче 1 м не следует.

9. С целью сохранения высокого качественного выхода пиломатериалов следует устанавливать толщину центральных и сердцевинных досок не менее размеров, указанных в табл. 1.

Таблица 1 - Значения минимальных толщин досок, мм, выпиливаемых из центральной части соснового пиловочника Уральского региона

Величина диаметра бревна в вершине, см	Сердцевинные доски	Центральные доски
14 – 22	40	19
24 – 32	44	22
34 – 50	50	Не выпиливать

#### 4. РАСХОД ШИРИНЫ ПОСТАВА

Расход ширины постава на выпилровку досок представляет собой:

- **для сердцевинной** доски – сумму номинальной толщины сердцевинной доски ( $a_c$ ) и припуска на усушку этой доски по толщине ( $y_c$ ), т. е.

$$P_{ш.с.} = a_c + y_c. \quad (2)$$

- **для центральной** доски – сумму номинальной толщины центральной доски ( $a_{ц.}$ ), припуска на ее усушку по толщине ( $y_{ц.}$ ) и половины величины пропила ( $0,5t$ ), или

$$P_{ш.ц.} = 0,5t + a_{ц.} + y_{ц.} \quad (3)$$

- **для боковой** доски – сумму номинальной толщины боковой доски ( $a_{б.}$ ), припуска на ее усушку ( $y_{б.}$ ) и одного пропила ( $t$ ), или

$$P_{ш.б.} = t + a_{б.} + y_{б.} \quad (4)$$

Пользуясь указанным выше методом, можно самостоятельно вычислить расход ширины постава для выработки пиломатериалов заданных размеров и влажности из различных пород древесины при любых толщинах инструментов, применяемых в бревнопильных станках, и величин плющения или развода зубьев.

В табл. 2 и табл. 3 дан расход ширины постава для выпилровки хвойных пиломатериалов стандартных размеров при влажности 15 % и соответственно 20...22 % (транспортной). Здесь толщина пил принята равной 2,0 мм, величина плющения (или развода) зубьев рамных пил на одну сторону – 0,7 мм, толщина пропила – 3,4 мм.

Размеры пиломатериалов по ГОСТ 8486-86 "Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия" приведены в ГОСТ 24454-80 "Пиломатериалы хвойных пород. Размеры".

Таблица 2 - Расход ширины поставы, мм, при выпилровке хвойных  
(кроме лиственницы) пиломатериалов влажностью 15%

Номинальная толщина, мм	Припуск на усушку	На половину толщины сердцевинной доски	На толщину доски	
			центральной	боковой
16	0,8			20,2
19	0,8		21,5	23,2
22	0,9		24,6	26,3
25	1,1		27,8	29,5
32	1,3	16,7	35,0	36,7
40	1,6	20,8	43,4	45,0
44	1,8	22,9	47,5	49,2
50	2,0	26,0	53,7	55,4
60	2,4	31,2	64,1	65,8
75	3,0	39,0	79,7	81,4
100	3,7	51,9	105,4	107,1
125	4,7	64,9	131,4	133,1
150	5,2	77,6	156,9	158,6
175	5,9	90,5	182,6	184,3
200	6,7	103,4	208,4	210,1
250	8,4	129,2	260,1	261,8

Припуски на усушку для различных размеров досок приведены в табл. 1...4. приложения.

Таблица 3 - Расход ширины поставы, мм, при выпилровке хвойных  
(кроме лиственницы) пиломатериалов влажностью 20 - 22%

Номинальная толщина, мм	Припуск на усушку	На половину толщины сердцевинной доски	На толщину доски	
			центральной	боковой
16	0,6			20,0
19	0,6		21,3	23,0
22	0,7		24,4	26,1
25	0,8		27,5	29,2
32	1,0	16,5	34,7	36,4
40	1,2	20,7	42,9	44,6
44	1,4	22,7	47,1	48,8
50	1,5	25,8	53,2	53,9
60	1,8	30,9	63,5	65,2
75	2,3	38,7	79,0	80,7
100	2,8	51,4	104,5	106,2
125	3,4	64,2	130,1	131,8
150	3,9	77,0	155,6	157,3
175	4,4	89,7	181,1	182,8
200	4,9	102,5	206,6	208,3
250	6,2	128,1	257,9	259,6



## 5. СОСТАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТ ПОСТАВОВ

**Составлением** постава принято считать процесс определения оптимальных (или рациональных) **толщин** выпиливаемых досок при заданном их количестве. На практике составление поставов ведут с помощью графиков, в которых форма ствола пиловочных бревен приравнена, чаще всего, к усеченному параболоиду [3].

**Составление постава всегда предшествует его расчету.**

**Расчетом** постава называют процесс определения оптимальных (или рациональных) размеров выпиливаемых досок по **ширине и длине**.

Для бревен каждого диаметра вначале вычисляют величину пифагорической зоны и значение величины предельного охвата поставом. Для выполнения расчета поставов необходимо знать диаметр распиливаемого бревна, величину его сбега (или коэффициент сбега), длину бревна и структуру постава. При расчете поставов вычисляют также объемы выпиливаемых досок и коэффициент (или процент) их выхода из распиливаемого бревна.

В практике лесопиления расчет **оптимальных** поставов производят **аналитическим, графическим** или **табличным** способами.

Так как чаще всего составляют симметричные постава, то для упрощения вычислений в расчетах используют не полный диаметр бревна, а лишь его половину, т.е. рассматривают полуохват бревна поставом (или полупостав).

Существующая практика расчета поставов рекомендует при уточнении ширины и длины выпиливаемых досок принимать те размеры, которые находятся ближе к **оптимальным** в стандартной размерной сетке или в спецификационном задании. В этом случае уменьшение объемного выхода пиломатериалов не будет существенным, так как полученные значения изменяются незначительно, следовательно, такие размеры можно считать **рациональными**. При большом удалении от оптимальных значений потери объемного выхода возрастают, а рациональность выбранных размеров теряется.

### 5.1. Раскрой бревен вразвал с выпиловкой обрезных досок

Рассмотрим на примере порядок составления и расчета поставов на распиловку бревен вразвал.

**Пример 1.** Составить и рассчитать постав на распиловку соснового бревна вразвал с выработкой обрезных пиломатериалов по ГОСТ 8486-86, если: диаметр бревна в вершине  $d = 20$  см, коэффициент сбега бревна  $K = 1,2$ ; длина бревна  $L = 4$  м, объем бревна  $g = 0,147$  м<sup>3</sup> (приложение табл. 5), величина пропила  $t = 3,4$  мм, влажность выпиливаемых пиломатериалов  $W = 15$  %.

**Решение.** Величину диаметра бревна в комле вычислим по формуле  $D = dK$ , т. е.  $D = 24$  см. Среднюю величину сбега бревна по формуле  $c = (D - d)/L$ ,  $c = 1$  см/м или  $c = 10$  мм/м.

По табл. 6 определим, что при распиловке вразвал бревен диаметром 20 см наилучшее количество досок, при которых выход обрезных пиломатериалов будет наибольшим, составляет 5...7 штук. Выберем симметричный постав с числом досок 6, т. е. 3 пары досок.

В соответствии со схемой раскроя (рис. 3) *пронумеруем* выпиливаемые доски, начиная *от периферии к центру*. *Определение оптимальных толщин* досок ведем *от центра к периферии*, т.е. начиная с доски, имеющей наибольший порядковый номер (в нашем случае с доски № 3). Определим расстояние от центра торца бревна *до внутренней* пласти доски № 3.

$$C_3 = t / 2 = 1,7 \text{ мм.}$$

На горизонтальной оси графика 3 (цифра в кружке) рис. 1, приложения находим точку, соответствующую  $C_3 = 1,7$  мм, и от нее поднимаемся вверх по вертикали до пересечения с наклонной диаметра бревна в вершине, равной 20 см.

Полученную точку пересечения сносим по горизонтали налево до пересечения с вертикальной осью (шкалой оптимальных толщин досок, в мм). Определяем, что *оптимальная* толщина каждой доски (графики построены с учетом припусков на усушку по толщине) из пары № 3 будет равна 45 мм.

Принимаем ближний по стандарту (ГОСТ 8486-86, ГОСТ 24454-80) размер толщины доски  $a_3 = 44$  мм. Если оптимальная толщина доски не совпадает со стандартной, то следует выбирать *ближайшую по стандарту* (или по спецификации) толщину. При этом потеря объемного выхода будет тем больше, чем дальше от полученной на вертикальной оси точки пересечения (вверху или внизу) будет выбрана новая толщина.

Для определения оптимальной толщины доски № 2 необходимо рассчитать расстояние от центра торца бревна (т.е. от центра постава) до внутренней пласти доски № 2

$$C_2 = C_3 + (a_3 + y_3 + t) = 1,7 + (44 + 1,8 + 3,4) = 50,9 \text{ мм,}$$

где  $y_3$  - величина усушки для доски толщиной  $a_3$ , мм.

Величину расхода ширины постава принимают по табл. 2 или табл. 3.

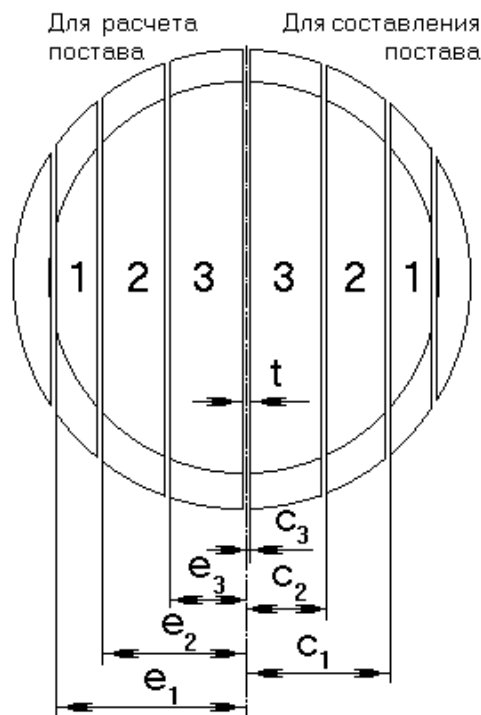


Рис. 3. Схема нумерации досок четного постава

На горизонтальной оси графика 2 (цифра в кружке) рис. 1, приложения находим точку, соответствующую  $C_2 = 50,9$  мм и от нее поднимаемся вверх по вертикали до пересечения с наклонной диаметра бревна в вершине, равной 20 см. Полученную точку пересечения сносим по горизонтали налево до пересечения с вертикальной осью (шкалой оптимальных толщин). Определяем, что **оптимальная** толщина каждой доски из пары № 2 будет равна 27 мм. Принимаем ближний по стандарту размер толщины доски  $a_2 = 25$  мм.

Для определения оптимальной толщины доски № 1 необходимо рассчитать расстояние от центра постава до ее внутренней пласти.

$$C_1 = C_2 + (a_2 + y_2 + t) = 50,9 + (25 + 1,1 + 3,4) = 80,4 \text{ мм},$$

где  $y_2$  - величина усушки для доски толщиной  $a_2$ .

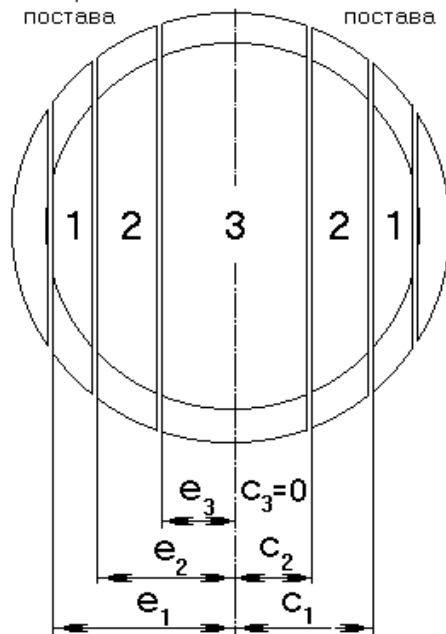
На горизонтальной оси графика 1 (рис. 1, приложения) находим точку, соответствующую  $C_1 = 80,4$  мм и от нее поднимаемся вверх по вертикали до пересечения с наклонной диаметра бревна в вершине, равной 20 см. Полученную точку пересечения сносим по горизонтали налево до пересечения со шкалой оптимальных толщин. Определяем, что **оптимальная** толщина каждой доски из пары № 1 будет равна 18 мм. Принимаем толщину доски по стандарту  $a_1 = 19$  мм.

Искомый постав будет иметь следующий вид:  $\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$ .

Общая ширина этого постава, (расстояние между наружными пластинами крайних досок) будет определена как

$$E_0 = t + 2[(a_3 + y_3 + t) + (a_2 + y_2 + t) + (a_1 + y_1)] = 200,4 \text{ мм}.$$

Для расчета постава



Охват вершинного диаметра бревна поставом составит

$$\Sigma = \frac{E_0}{d} = \frac{200,4}{200} = 1,002d,$$

где  $d$  - диаметр бревна в вершине.

Следует отметить, что распиловка вразвал нечетным поставом дает несколько больший выход, чем четным.

Порядок нумерации досок в нечетном поставе приведен на рис. 4. Из рисунка видно, что для сердцовой доски № 3  $C_3 = 0$ , а при определении ее значения по графику № 3 (рис. 1, приложения) будет получена только половина ее толщины, т. е.  $a_3/2$ .

Величина  $C_2$  для досок № 2 будет определена как  $C_2 = (a_3 + y_3)/2 + t$ .

В остальном порядок определения толщин последующих досок аналогичен описанному выше.

Рис. 4. Нумерация досок нечетного постава

Используя *аналитический способ*, проследим последовательность расчетов по определению оптимальной ширины и оптимальной длины пиломатериалов, выпиленных в примере 1.

Для бревен с разной формой ствола вычислим величину пифагорической зоны  $E_{\text{пиф.}}$ .

$$E_{\text{пиф.к.}} = d\sqrt{2-K} = 200\sqrt{2-1,2} = 178,88 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пиф.к.}} = 0,5 E_{\text{пиф.к.}} = 89,44 \text{ мм}$ .

$$E_{\text{пиф.п.}} = d\sqrt{0,5(3-K^2)} = 200\sqrt{0,5(3-1,2^2)} = 176,64 \text{ мм},$$

или для полупостава

$$e_{\text{пиф.п.}} = 0,5 E_{\text{пиф.п.}} = 88,32 \text{ мм}.$$

Величину предельного охвата бревна поставом  $E_{\text{пред.}}$  вычислим из условия, что  $b_{\min} = 75 \text{ мм}$  (или с припуском на усушку 78 мм), а  $l_{\min} = 1,0 \text{ м}$ .

$$E_{\text{пред.к.}} = \sqrt{(D-cl_{\min})^2 - b_{\min}^2} = \sqrt{(240-10 \cdot 1)^2 - 78^2} = 216,37 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пред.к.}} = 0,5 E_{\text{пред.к.}} = 108,18 \text{ мм}$ .

$$E_{\text{пред.п.}} = \sqrt{D^2 - \frac{D^2 - d^2}{L} l_{\min} - b_{\min}^2} = \sqrt{240^2 - \frac{240^2 - 200^2}{4} 1 - 78^2} = 217,06 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пред.п.}} = 0,5 E_{\text{пред.п.}} = 108,53 \text{ мм}$ .

Отметим, что различие *двух соответствующих значений величин*  $E_{\text{пиф.}}$ , (а также и  $E_{\text{пред.}}$ ), связанных с формой ствола бревна, незначительно, поэтому *при практических расчетах* в нижеследующих задачах будем использовать только одно для каждого из них.

Так же, как и при составлении поставов, пронумеруем симметричные доски, начиная от периферии к центру бревна (см. рис. 3, левая часть).

**Определение размеров** досок (ширины и длины) будем вести *от центра к периферии*. Вычислим расстояние от центра торца бревна *до наружной* пласти каждой доски (т.е. полуохват).

Для доски № 3  $e_3 = t/2 + a_3 + y_3 = 1,7 + 44 + 1,8 = 47,5 \text{ мм}$ ,  
при этом охват для пары досок № 3 будет равен  $E_3 = 2e_3 = 95,0 \text{ мм}$ ;  
для доски № 2  $e_2 = e_3 + t + a_2 + y_2 = 47,5 + 3,4 + 25 + 1,1 = 77,0 \text{ мм}$ ,  
при этом охват для пары досок № 2 будет равен  $E_2 = 2e_2 = 154,0 \text{ мм}$ ;  
для доски № 1  $e_1 = e_2 + t + a_1 + y_1 = 77,0 + 3,4 + 19 + 0,8 = 100,2 \text{ мм}$ ,  
при этом охват для пары досок № 1 будет равен  $E_1 = 2e_1 = 200,4 \text{ мм}$ .

**Определение размеров досок пары № 3**

Сравниваем  $E_{\text{пиф.к.}} = 178,88 > E_3 = 95,0 \text{ мм}$ . (или  $E_{\text{пиф.п.}} = 176,64 > E_3 = 95,0 \text{ мм}$ ). Делаем вывод, что наружные пласти досок пары № 3 находятся в пифагорической зоне, поэтому их длина равна длине бревна, т.е. 4,0 м, а *оптимальная* ширина будет определена по вершинному диаметру бревна с помощью теоремы Пифагора.

$$b_3 = \sqrt{d^2 - E_3^2} = \sqrt{200^2 - 95,0^2} = 176,0 \text{ мм}.$$

Принимаем ближний по стандарту размер ширины доски  $b_3 = 175 \text{ мм}$ .

### **Определение размеров досок пары № 2**

Сравниваем  $E_{\text{пиф.к.}} = 178,88 > E_2 = 154,0$  мм. (или  $E_{\text{пиф.п.}} = 176,64 > E_2 = 154,0$  мм.). Делаем вывод, что наружные пласти досок пары № 2 находятся в пифагорической зоне, поэтому их длина равна длине бревна, т.е. 4,0 м, а **оптимальная** ширина будет определена по вершинному диаметру бревна с помощью теоремы Пифагора.

$$b_2 = \sqrt{d^2 - E_2^2} = \sqrt{200^2 - 154,0^2} = 127,6 \text{ мм.}$$

Принимаем ближний по стандарту размер ширины доски  $b_1 = 125$  мм.

### **Определение размеров досок пары № 1**

Сравниваем  $E_{\text{пиф.к.}} = 178,88 < E_1 = 200,4$  мм. (или соответственно  $E_{\text{пиф.п.}} = 176,64 < E_1 = 200,4$  мм.). Делаем вывод, что наружные пласти досок пары № 1 находятся в **гипербалической** (или соответственно в **параболической**) зоне, поэтому их **оптимальная длина**  $l_1$  будет короче длины бревна, а **их оптимальная ширина**  $b_1$  будет определена по комлевому диаметру бревна.

Для усеченного конуса

$$l_{1.k} = \frac{3D - \sqrt{D^2 + 8E_i^2}}{4c} = \frac{3 \cdot 240 - \sqrt{240^2 + 8 \cdot 200,4^2}}{4 \cdot 10} = 2,61 \text{ м.}$$

$$b_{1.k} = \sqrt{\frac{D^2 + D\sqrt{D^2 + 8E_i^2} - 4E_i^2}{8}} = \sqrt{\frac{240^2 + 240\sqrt{240^2 + 8 \cdot 200,4^2} - 4 \cdot 200,4^2}{8}} = 74,74 \text{ мм.}$$

- для усеченного параболоида

$$l_{1.n} = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 4 \frac{240^2 - 200,4^2}{240^2 - 200^2} = 2,64 \text{ м,}$$

$$b_{1.n} = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{240^2 - 200,4^2}{3}} = 76,2 \text{ мм.}$$

Принимаем ближний по стандарту размер длины доски  $l_1 = 2,5$  м, а по ширине доски ближний по стандарту размер  $b_1 = 75$  мм.

Сравнение соответствующих оптимальных значений величин  $l_1$  и  $b_1$ , для досок, выпиленных из гипербалической (или соответственно из параболической) зоны ствола бревна показывает, что относительная разность их значений, в основном составляет около 1 %. Это говорит о том, что при теоретических исследованиях изменения оптимальных размеров и объемного выхода пиломатериалов такую разность необходимо учитывать. При практических же расчетах можно равноценно использовать любое из полученных оптимальных значений  $l_1$  и  $b_1$  и выбирать ближайшие к ним рациональные размеры досок по требуемым стандартам. Отмеченная особенность нахождения рациональных ширин и длин выпиливаемых досок широко используется при применении аналитических и графических способов расчета поставов.

Таким образом, в **примере № 1** при распиловке бревна вразвал были выпилены обрезные доски следующих размеров и объемов:

- пара досок № 3 -  $2 \times 0,044 \times 0,175 \times 4,0 = 0,0616 \text{ м}^3$ ;
  - пара досок № 2 -  $2 \times 0,025 \times 0,125 \times 4,0 = 0,025 \text{ м}^3$ ;
  - пара досок № 1 -  $2 \times 0,019 \times 0,075 \times 2,5 = 0,007125 \text{ м}^3$ .
- Всего  $0,093725 \text{ м}^3$ .

Выход обрезных пиломатериалов из объема распиленного бревна составил

- пара досок № 3 -  $0,0616/0,147 \times 100 \% = 41,90 \%$ ;
  - пара досок № 2 -  $0,025 / 0,147 \times 100 \% = 17,00 \%$ ;
  - пара досок № 1 -  $0,007125/0,147 \times 100 \% = 4,85 \%$ .
- Всего  $0,093725/0,147 \times 100 \% = 63,75 \%$ .

Для **расчета поставов графическим способом** применяют различные **графики-квадранты** (например, рис. 2, приложение), или **номограммы** (например, рис. 3, приложение), построенные в прямоугольных координатах.

У графика-квадранта (см. рис. 2, приложение) нанесены:

- на горизонтальной оси (шкала № 1) удвоенные расстояния от центра торца бревна до наружной пласти рассматриваемой доски, т.е. расстояние между симметричными пропилами ( $E_i = 2e_i$ ) в мм;

- на вертикальной оси слева – оптимальная ширина сырых досок, выпиленных из пифагорической зоны бревна, которую определяют по уравнению  $b_i = \sqrt{d^2 - E_i^2}$ , в мм;

- на вертикальной оси справа – оптимальная ширина сырых **обрезных** досок, выпиленных из параболической зоны бревна, определяемая по уравнению

$$b_i = \sqrt{\frac{D^2 - E_i^2}{3}}, \text{ в мм};$$

- четверти концентрических окружностей торцовых сечений бревен с отметками от 10 см до 70 см. Эти отметки, в зависимости от толщины распиливаемых бревен, можно принимать за диаметры или радиусы торцовых сечений бревен. Если считать, что цифрами от 10 до 70 обозначены диаметры окружностей в см, то в этом случае откладываемые численные значения на горизонтальной шкале № 1 должны соответствовать величине  $E = 2e$  (т.е. величине охвата поставом наружных пластей определяемых досок), в мм, а получаемые значения на левой или правой вертикальных шкалах будут соответствовать величинам  $b_o$ , в мм. Если считать, что цифрами от 10 до 70 обозначены радиусы окружностей в см, то в этом случае откладываемые численные значения на горизонтальной шкале № 1 должны соответствовать величине  $e = E/2$  (т.е. расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски) в мм, а получаемые значения на левой или правой вертикальных шкалах будут соответствовать величинам  $b_o/2$ , в мм;

- наклонная прямая, идущая вверх слева направо с отметкой "квадратный брус", позволяющая определять стороны квадратного бруса из бревна данного диаметра или находить выгодный вершинный диаметр бревен для выпилки квадратного бруса заданного размера;

- ряд наклонных прямых, идущих слева вверх направо, с отметками  $K = 1,1$ ;  $K = 1,2$ ;  $K = 1,3$ ;  $K = 1,4$  соответствуют различным величинам коэффициентов сбег бревен. Эти прямые позволяют определять величину пифагорической зоны.

Пользование графиком-квадрантом (см. рис. 2, приложение) для расчета поставов проследим на данных примера 1.

#### **Определение величины $E_{\text{пиф.}}$**

На графике-квадранте находим точку пересечения прямой  $K = 1,2$  и окружности диаметром  $d = 20$  см. От этой точки опускаем перпендикуляр на горизонтальную шкалу № 1. В точке пересечения считываем значение величины  $E_{\text{пиф.}} \approx 177$  мм.

#### **Определение величины $E_{\text{пред.}}$**

Перед определением  $E_{\text{пред.}}$  уточняют, при каких минимальных значениях ширины и длины собираются получить значение данной величины. Если известно минимальное значение длины ( $l_{\text{min}}$ ), то для нее вычисляют расчетный диаметр, начиная с которого и до комлевого торца бревна выпиливаемая доска будет иметь заданную длину. Если для нашего примера  $l_{\text{min}} = 1$  м, то  $d_p = D - cl_{\text{min}} = 24 - 1 \cdot 1 = 23$  см. Пусть при этом минимальная ширина выпиливаемой доски  $b_{\text{min}} = 78$  мм (75 мм – номинальная ширина доски, плюс припуск на усушку по ширине – 3 мм).

Определим с помощью графика-квадранта (рис. 2, приложение) величину  $E_{\text{пред.}}$

На вертикальной шкале слева откладываем точку, соответствующую  $b_{\text{min}} = 78$  мм, и от нее перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с дугой расчетного диаметра  $d_p = 23$  см. От полученной точки пересечения опускаемся вертикально вниз до пересечения со шкалой № 1, на которой считываем значение  $E_{\text{пред.}} \approx 216$  мм.

Как было выяснено при аналитическом решении, наружные пласти досок пары 3 и пары 2 находятся в **пифагорической** зоне.

Поэтому их длина будет равна длине бревна, т.е. 4,0 м, а ширину каждой определим следующим образом.

#### **Определение ширины центральных досок (пара № 3).**

Величина охвата наружных пластей пары досок № 3, находящихся в пифагорической зоне, равна  $E_3 = 95,0$  мм.

На горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую  $E_3 = 95,0$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с окружностью диаметра бревна в **вершине** 20 см. Полученную точку пересечения сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение ширины сырой (без припуска на усушку) доски, т.е.  $b_3 \approx 176$  мм.

**Определение ширины боковых досок (пара № 2).**

Величина охвата наружных пластей пары досок № 2, находящихся в пифагорической зоне, равна  $E_2 = 154,0$  мм.

На горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую  $E_2 = 154,0$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с окружностью диаметра бревна в *вершине* 20 см. Точку пересечения сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение ширины сырой доски, т.е.  $b_2 \approx 127,0$  мм.

Наружные пласти досок пары № 1 находятся в *гиперболической* (или *параболической*) зоне, поэтому их *оптимальная длина*  $l_1$  будет короче длины бревна, а *оптимальная ширина* будет определена по *комлевому* диаметру бревна.

Величина охвата наружных пластей пары досок № 1  $E_1 = 200,4$  мм.

**Определение ширины боковых досок**, находящихся в *параболической* (или *гиперболической*) зоне (пара № 1).

На горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую  $E_1 = 200,4$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с окружностью диаметра бревна в *комле* ( $D = dk$ ) 24 см. Точку пересечения сносим на вертикальную *шкалу справа*, где считываем оптимальное значение ширины сырой доски, т.е.  $b_1 \approx 76,0$  мм.

**Определение длины боковых досок**, находящихся в *параболической* (или *гиперболической*) зоне (пара № 1).

Определение оптимальной длины доски № 1 связано с необходимостью найти такой расчетный диаметр бревна  $d_p$ , начиная с которого и до  $D$  обеспечивается получение доски шириной 78 мм (т.е. номинальной ширины доски по стандарту – 75 мм плюс припуск на усушку доски по ширине – 3,0 мм) при охвате  $E_1 = 200,4$  мм. Для этого на горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую охвату  $E_1 = 200,4$  мм, а на вертикальной *шкале слева* точку, соответствующую  $b_1 = 78$  мм. Из этих точек к своим осям возводим перпендикуляры до их пересечения.

Полученная точка пересечения перпендикуляров лежит на искомом расчетном диаметре. Для наших данных  $d_p \approx 21,5$  см.

Определим *оптимальную* длину досок № 1.

$$l_1 = (D - d_p) / c = (24 - 21,5) / 1,0 = 2,5 \text{ м.}$$

**График-квадрант** (см. рис. 2, приложение) *универсален, так как позволяет вести расчет поставов для бревен с различными коэффициентами сбега.*

Практически же в каждом отдельном регионе размерный состав сырья сравнительно постоянен, что позволяет разрабатывать графики для определенных конкретных условий. Одним из таких является номограмма УЛТИ (см. рис. 3, приложение) для расчета поставов, которая составлена с учетом размерных характеристик хвойного пиловочного сырья Уральского региона.



На номограмме (рис. 3, приложение) условно выделены четыре зоны (*A, B, C, D*).

В зоне **A** четверти окружностей торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, построенных по формуле  $b_i = \sqrt{d^2 - E_i^2}$ , и предназначенных для определения оптимальных ширин досок, выпиливаемых из пифагорической части бревен.

В зоне **B** четверти эллипсов торцовых сечений бревен диаметром от 10 до 50 см, построенных по формуле  $b_i = \sqrt{\frac{D^2 - E_i^2}{3}}$ , и предназначенных для определения оптимальных ширин досок, выпиливаемых из параболической (сбеговой) части бревен.

В зоне **C** вспомогательные кривые построены по формуле  $l_i = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_i^2}{D^2 - d^2}$  и предназначены для определения оптимальных длин досок, выпиливаемых из параболической части бревен.

В зоне **D** пучок наклонных линий, исходящий из одной точки, представляет длину бревен от 3 до 6,5 м. По нижней горизонтальной шкале этой зоны определяют оптимальную длину досок, выпиливаемых из параболической части бревен различных длин.

Пользование номограммой *УЛТИ* (см. рис. 3, приложение) для расчета поставов проследим на данных примера 1.

#### **Определение величины $E_{\text{пиф.}}$ .**

На номограмме (зона **A** и **B**) находим точку пересечения дуги окружности диаметра 20 см и дуги эллипса этого же диаметра. От этой точки опускаем перпендикуляр до пересечения с горизонтальной шкалой, на которой считываем значение величины  $e_{\text{пиф.}} \approx 88,0$  мм. Тогда  $E_{\text{пиф.}} = 2e_{\text{пиф.}} \approx 176$  мм.

Как было выяснено при аналитическом решении этого примера, наружные пласти досок пары 3 и пары 2 находятся в **пифагорической** зоне. Поэтому их длина будет равна длине бревна, т.е. 4,0 м, а ширину каждой определим следующим образом.

#### **Определение ширины центральных досок (пара № 3).**

Величина половины охвата наружных пластей пары досок № 3 (т.е. расстояние от центра вершинного торца бревна до наружной пласти доски № 3) равно

$$e_3 = E_3 / 2 = 95,0 / 2 = 47,5 \text{ мм.}$$

На горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую  $e_3 = 47,5$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с окружностью диаметра бревна в **вершине** 20 см. Точку пересечения по горизонтали сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение сырой доски шириной  $b_3 \approx 176$  мм.

#### **Определение ширины боковых досок (пара № 2).**

Величина половины охвата наружных пластей пары досок № 2 равна

$$e_2 = E_2 / 2 = 154,0 / 2 = 77,0 \text{ мм.}$$

На горизонтальной шкале находим точку, соответствующую  $e_2 = 77,0$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с окружностью диаметра бревна в **вершине** 20 см. Точку пересечения по горизонтали сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем значение сырой доски шириной  $b_2 \approx 127,0$  мм.

Наружные пласти досок № 1 находятся в **параболической** (сбеговой) зоне, поэтому их **оптимальная длина**  $l_1$  будет короче длины бревна, а **оптимальная ширина** будет определена по **комлевому** диаметру бревна.

Величина половины охвата наружных пластей пары досок № 1 равна

$$e_1 = E_1 / 2 = 200,4 / 2 = 100,4 \text{ мм.}$$

**Определение ширины боковых досок**, находящихся в **параболической** зоне (пара № 1).

На горизонтальной шкале находим точку, равную  $e_1 = 100,2$  мм. От этой точки идем вверх по вертикали до пересечения с дугой эллипса диаметра бревна 20 см. Точку пересечения сносим на вертикальную шкалу слева, где считываем **оптимальное** значение сырой доски шириной  $b_1 \approx 76,0$  мм.

**Определение длины боковых досок**, выпиливаемых из **параболической** зоны бревна (пара № 1).

На горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую половине охвата (т.е. расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски)  $e_1 = 100,2$  мм пары досок № 1, и от нее опускаем перпендикуляр (в зону **C**) до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 20 см. Далее от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали налево (в зону **D**) до пересечения с линией длины бревна 4,0 м.

Внизу по вертикали от точки пересечения на шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна" считываем значение **оптимальной** длины выпиливаемой доски  $l_1 \approx 2,6$  м.

Отметим, что все значения размеров, определенные с помощью графика-квадранта (см. рис. 2, приложение) и номограммы *УлТИ* (см. рис. 3, приложение), очень близки к размерам, полученным для данного примера аналитическим путем.

Как показала практика лесопиления, **графический способ расчета поставов приемлем потому, что основан на строгих теоретических выкладках, нагляден, оперативен, прост при использовании и обладает достаточной точностью.**

## 5.2. Раскрой бревен вразвал с выпиловкой необрезных досок

**Пример 2.** Рассчитать постав при распиловке хвойных (кроме лиственницы) бревен вразвал на необрезные доски по ГОСТ 8486-86. Диаметр

бревен в вершине  $d = 20$  см, коэффициент сбега  $K = 1,2$ ; длина  $L = 4$  м, объем бревна  $g = 0,147$  м<sup>3</sup>, пропил  $t = 3,4$  мм, влажность досок  $W = 15$  %.

Пусть постав имеет вид  $\frac{44}{2} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}$ .

**Решение.** Величину диаметра бревна в комле определим по формуле  $D = dK$ , т.е.  $D = 24$  см.

Величину сбега бревна по формуле  $c = (D - d)/L$ ,  $c = 1$  см/м.

При выполнении этой работы необходимо помнить, что ширину необрезных пиломатериалов определяют как полусумму ширин двух пластей, которые измерены посередине длины досок, а также, что для толщин от 16 до 50 мм ширина узкой пласти необрезных пиломатериалов в любом месте длины (в нашем случае в вершинном торце **доски**) должна быть не менее  $b_{\min} = 50$  мм (с учетом величины усушки по ширине доски  $-y_b$ ).

Исходя из последнего условия определим наибольшее (критическое) расстояние  $E_{\text{кр(н)}}$  между наружными пластями симметричных необрезных досок, в пределах которого длина этих досок будет равна длине исходного бревна, т.е. не будет их укорочения.

$$E_{\text{кр(н)}} = \sqrt{d^2 - (b_{\min} + y_b)^2}. \quad (5)$$

$$E_{\text{кр(н)}} = \sqrt{200^2 - (50 + 2)^2} = 193,1 \text{ мм.}$$

Ширину внутренних и наружных пластей выпиливаемых досок вычисляют по теореме Пифагора с помощью величины среднего диаметра  $d_{\text{ср.}} = (d + D)/2$  и определенных из структуры постава величин охвата внутренних и наружных пластей симметричных досок.

Определим для каждой пары симметричных досок величину охвата внутренних и наружных пластей. Принятая нумерация досок аналогична описанной в предыдущих примерах.

Для пары досок толщиной 44 мм.  $E_{\text{вн.3}} = t = 3,4$  мм,

$$E_{\text{нар.3}} = E_{\text{вн.3}} + 2(a_3 + y_3) = 3,4 + 2(44 + 1,8) = 95 \text{ мм.}$$

Для пары досок толщиной 25 мм.

$$E_{\text{вн.2}} = E_{\text{нар.3}} + 2t = 95 + 2 \cdot 3,4 = 101,8 \text{ мм.}$$

$$E_{\text{нар.2}} = E_{\text{вн.2}} + 2(a_2 + y_2) = 101,8 + 2(25 + 1,1) = 154,0 \text{ мм.}$$

Для пары досок толщиной 19 мм.

$$E_{\text{вн.1}} = E_{\text{нар.2}} + 2t = 154,0 + 2 \cdot 3,4 = 160,8 \text{ мм.}$$

$$E_{\text{нар.1}} = E_{\text{вн.1}} + 2(a_1 + y_1) = 160,8 + 2(19 + 0,8) = 200,4 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{кр(н)}} = 193,1 \text{ мм} > E_{\text{нар.3}} = 95 \text{ мм}$

и  $E_{\text{кр(н)}} = 193,1 \text{ мм} > E_{\text{нар.2}} = 154,0 \text{ мм.}$

Делаем вывод, что наружные пласти сравниваемых досок находятся в зоне  $E_{\text{кр(н)}}$ , поэтому их длина будет равна длине исходного бревна.

Из сравнения  $E_{\text{кр(н)}} = 193,1 \text{ мм} < E_{\text{нар.1}} = 200,4 \text{ мм}$  вытекает, что наружные пласти сравниваемой пары находятся за пределами  $E_{\text{кр(н)}}$ , поэтому доски должны быть укорочены. Так как доска в самом узком месте может иметь

значение  $b_{\min} = 52$  мм (с учетом усушки по ширине), то вычислим расчетный диаметр в месте укорочения.

$$d_p = \sqrt{E_{\text{нар.1}}^2 + (b_{\min} + y_b)^2} = \sqrt{200,4^2 + 52^2} = 206,65 \text{ мм.}$$

Тогда длина необрезной доски будет определена следующим образом:

$$l_{\text{н.1}} = (D - d_p)/c = (240 - 206,65)/10 \approx 3,3 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_{\text{н(ст)1}} = 3,25$  м.

Ширину данной доски определяем по расчетному диаметру бревна, который находится в том же месте, где и середина доски принятой стандартной длины, т.е.

$$d_{\text{ср(р)}} = D - (l_{\text{н(ст)1}}/2)c = 240 - (3,25/2) 10 = 223,7 \text{ мм.}$$

По  $E_{\text{вн.1}} = 160,8$  мм,  $E_{\text{нар.1}} = 200,4$  мм и  $d_{\text{ср(р)}} = 223,7$  мм вычислим величину внутренней и наружной пласти доски № 1 на середине ее длины.

$$B_{\text{вн.1}} = \sqrt{d_{\text{ср(р)}}^2 - E_{\text{вн.1}}^2} = \sqrt{223,7^2 - 160,8^2} = 155,6 \text{ мм.}$$

$$B_{\text{нар.1}} = \sqrt{d_{\text{ср(р)}}^2 - E_{\text{нар.1}}^2} = \sqrt{223,7^2 - 200,4^2} = 99,5 \text{ мм.}$$

$$B_{\text{ср(р)}} = (B_{\text{вн.1}} + B_{\text{нар.1}})/2 = (155,6 + 99,5)/2 = 127,5 \text{ мм.}$$

Ширина доски по стандарту 125 мм.

Значения  $E_{\text{кр(н)}}$  для хвойного пиловочного сырья различных диаметров при выработке необрезных пиломатериалов по ГОСТ 8486-86 влажностью 20 % приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Значение  $E_{\text{кр(н)}}$  для хвойного пиловочного сырья

Диаметр, см	$E_{\text{кр(н)}},$ мм	Диаметр, см	$E_{\text{кр(н)}},$ мм	Диаметр, см	$E_{\text{кр(н)}},$ мм
12	108,4	24	234,4	36	356,3
14	130,2	26	254,8	38	376,5
16	151,5	28	275,2	40	396,7
18	172,5	30	295,5	42	416,8
20	193,3	32	315,8	44	436,9
22	213,9	34	336,1	48	457,1

Таким образом, в **примере № 2** при распиловке бревна вразвал были выпилены необрезные доски следующих размеров и объемов:

- пара досок № 3 -  $2 \times 0,044 \times 0,200 \times 4,0 = 0,0704 \text{ м}^3$ ;
  - пара досок № 2 -  $2 \times 0,025 \times 0,175 \times 4,0 = 0,035 \text{ м}^3$ ;
  - пара досок № 1 -  $2 \times 0,019 \times 0,125 \times 3,25 = 0,0154375 \text{ м}^3$ .
- Всего  $0,1208375 \text{ м}^3$ .

Выход необрезных пиломатериалов из объема распиленного бревна составил

- пара досок № 3 -  $0,0704 / 0,147 \times 100 \% = 47,90 \%$ ;
  - пара досок № 2 -  $0,035 / 0,147 \times 100 \% = 23,80 \%$ ;
  - пара досок № 1 -  $0,0154375 / 0,147 \times 100 \% = 10,50 \%$ .
- Всего  $0,1208375 / 0,147 \times 100 \% = 82,20 \%$ .

Определение величины пропиленных пластей досок графическими способами описано выше и в данном примере не показано.

### 5.3. Раскрой бревен с выпиловкой одного бруса

Распиловку бревен с брусом производят за два прохода. На первом проходе выпиливают двухкантный брус и несколько пар необрезных досок. На втором проходе брус распиливают на обрезные (из зоны пропиленной пласти бруса) и необрезные доски. На каждом проходе из бревна получают два горбыля.

Основные положения по выбору толщины бруса изложены выше.

При распиловке бруса желательно обеспечить наиболее полное использование его пропиленной пласти, выпиливая обрезные доски требуемых по спецификации толщин.

Следует отметить, что выпиловка из зоны пропиленной пласти бруса более толстых досок дает лучший выход за счет уменьшения потерь в опилки и на усушку.

Расположение досок в зоне пропиленной пласти бруса *должно* соответствовать требованиям лучшего использования качественных зон бревна. Однако с целью улучшения условий сортировки пиломатериалов, их дальнейшей обработки и транспортировки, *желательно* из зоны пласти бруса выпиливать доски одной толщины.

При составлении поставов количество досок, выпиливаемых за пределами бруса при первом проходе и за пределами пропиленной пласти бруса при втором проходе, определяют в соответствии с рекомендациями (табл. 6, приложение) а их толщину по соответствующим графикам для составления поставов, так же, как и толщину досок при распиловке вразвал.

Рассмотрим пример составления и расчета такого постава (рис. 5).

**Пример 3.** Составить и рассчитать постав на распиловку с брусом бревен хвойных (кроме лиственницы) пород с выработкой обрезных пиломатериалов по ГОСТ 8486-86, если: диаметр бревна в вершине  $d = 26$  см, коэффициент сбега бревна  $K = 1,2$ ; длина бревна  $L = 5$  м, объем бревна  $g = 0,32$  м<sup>3</sup>, величина пропила  $t = 3,4$  мм, влажность выпиливаемых пиломатериалов  $W = 15$  %.

**Решение.** Величину диаметра бревна в комле определим по формуле  $D = dK$ ,  $D = 31,2$  см. Величину сбега бревна определим по формуле  $c = (D - d)/L$ ,  $c = 1,04$  см/м.

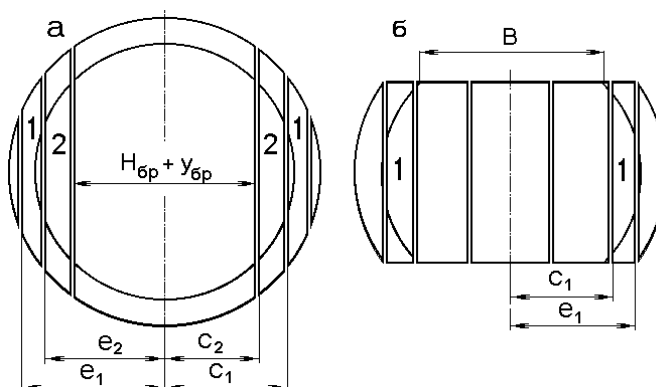


Рис. 5. Распиловка бревна с брусом:  
а – первый проход; б – второй проход

Если спецификацией заказчика заранее не определена основная ширина пиломатериалов, которые должны быть выпилены на втором проходе из зоны пропиленной пласти бруса, то необходимо самостоятельно определить оптимальную толщину  $H_{бр.}$ , мм, бруса, т.е. ширину пиломатериалов, которые далее будут выпилены из него.

$$H_{бр.} \approx 0,7 d \approx 182 \text{ мм.}$$

Принимаем близнюю по стандарту толщину бруса  $H_{бр.} = 175$  мм.

Таким образом, в поставе для первого прохода будут выпиливать брус толщиной 175 мм, а с учетом припуска на усушку – 180,9 мм.

Количество досок, выпиливаемых за пределами бруса, устанавливают исходя из рекомендаций (табл. 6, приложение) или спецификационных требований. При использовании рекомендаций полезно помнить, что в случае выбора наибольшего количества боковых досок крайние из них будут очень тонкими (13...16 мм), поэтому если необходимо чтобы крайние доски были не менее 19...22 мм, то следует выбирать наименьшее рекомендуемое их количество (хотя объемный выход пиломатериалов в этом случае будет несколько ниже). Продемонстрируем сказанное выше на нашем примере. Будем выпиливать за пределами бруса две пары досок. Для начала (см. рис. 5, а) определим величину  $C_2$ .

$$C_2 = (H_{бр.} + y_{бр.}) / 2 + t = (175 + 5,9) / 2 + 3,4 = 93,85 \text{ мм.}$$

На горизонтальной оси графика 2 (цифра в кружке) (рис. 1, приложение) находим точку, соответствующую  $C_2 = 93,85$  мм, и от нее поднимаемся вверх до пересечения с наклонной диаметра бревна в вершине, равной 26 см. Полученную точку пересечения сносим по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью (шкалой оптимальных толщин досок, мм). Определяем, что оптимальная толщина каждой доски из пары № 2, выпиливаемой за пределами бруса, будет равна 21 мм.

Принимаем близный по стандарту размер толщины доски  $a_2 = 22$  мм.

Определим величину расстояния от центра поставы до внутренней пласти доски № 1

$$C_1 = C_2 + t + a_2 + y_2 = 93,85 + 3,4 + 22 + 0,9 = 120,15 \text{ мм.}$$

На горизонтальной оси графика 1 (цифра в кружке) (рис. 1, приложение) находим точку, соответствующую  $C_1 = 120,15$  мм, и от нее поднимаемся вверх до пересечения с наклонной диаметра бревна в вершине, равной 26 см. Полученную точку пересечения сносим по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью (шкалой оптимальных толщин досок, мм). Определяем, что оптимальная толщина каждой доски из пары № 1, выпиливаемой за пределами бруса, будет равна 16 мм. При распиловке бревен на двухэтажных лесопильных рамах (в соответствии с технической характеристикой оборудования) доски толщиной 16 мм не выпиливают, поэтому ближайший по стандарту возможный размер толщины доски  $a_1 = 19$  мм, но при этом возникает ситуация, когда толщины боковых досок отличаются

друг от друга не более чем на 3 мм (в нашем примере  $a_2 = 22$  мм и  $a_1 = 19$  мм). В таких случаях должно быть принято решение об изменении одной из толщин досок, таким образом, чтобы они были равны или отличались не менее чем на 5 мм. Данное обстоятельство продиктовано практикой лесопиления и техническими возможностями сортировочных устройств. На основании сказанного выше в нашем примере выберем толщину  $a_2 = 25$  мм и  $a_1 = 19$  мм.

При распиловке бревен с брусом отмеченное выше замечание относится к поставам обоих проходов.

Таким образом, постав для первого прохода будет иметь вид

$$\frac{175}{1} - \frac{25}{2} - \frac{19}{2}.$$

Общая ширина поставы на первом проходе будет определена как

$$E_1 = H_{бр.} + y_{бр.} + 2(t + a_2 + y_2 + t + a_1 + y_1) = 286,3 \text{ мм.}$$

Охват бревна поставом на первом проходе составит

$$\sum_1 = \frac{E_1}{d} = \frac{286,3}{260} = 1,10d.$$

Перед составлением поставы для второго прохода (на распиловку бруса) определим величину пропиленной пласти бруса  $B$  в вершинном диаметре бревна. Ее можно определить как по теореме Пифагора, так и с помощью графиков (рис. 2, приложение) или номограммы УЛТИ (рис. 3, приложение), или таблиц.

$$B = \sqrt{d^2 - (H_{бр.} + y_{бр.})^2} = \sqrt{260^2 - (175 + 5,9)^2} = 186,75 \text{ мм.}$$

При распиловке бруса необходимо как можно лучше использовать зону его пропиленной пласти ( $B = 186,75$  мм), выпиливая, **как правило, толстые** доски. Например, постав для этой зоны и соответственно ее охват может иметь следующий вид:

$$\text{постав } \frac{50}{3}, \text{ охват } 3a + 3y_a + 2t = 150 + 6 + 6,8 = 162,8 \text{ мм;}$$

$$\text{постав } \frac{44}{4}, \text{ охват } 193,4 \text{ мм; постав } \frac{60}{3}, \text{ охват } 194,0 \text{ мм;}$$

$$\text{постав } \frac{60}{1} - \frac{50}{2}, \text{ охват } 173,2 \text{ мм; постав } \frac{75}{1} - \frac{50}{2}, \text{ охват } 188,8 \text{ мм.}$$

Очевидно, что охват 188,8 мм более предпочтителен в сравнении с другими, указанными выше, так как такой набор толщин выпиливаемых досок лучше использует зону пропиленной пласти бруса.

Незначительный тупой обзол  $(188,8 - 186,75)/2 = 1,025$  мм на наружных пластьях досок толщиной 50 мм вполне приемлем, и не снижает качества и сортности досок.

В любом случае выбор толщин досок, выпиливаемых в зоне пропиленной пласти бруса, зависит от спецификационных требований.

За пределами пропиленных пластей бруса в нашем примере будем выпиливать одну пару досок.

Определим значение величины  $C_1$  в соответствии с рис. 5, б.

$$C_1 = (75 + 3,0) / 2 + 3,4 + 50 + 2,0 + 3,4 = 97,8 \text{ мм.}$$

На горизонтальной оси графика 1 (см. рис. 1, приложение) находим точку, соответствующую  $C_1 = 97,8$  мм и далее, пользуясь описанной выше последовательностью, по шкале оптимальных толщин определяем, что толщина каждой доски из пары № 1 будет равна 25 мм. Принимаем ближний по стандарту размер толщины доски  $a_1 = 25$  мм.

Полный постав на распиловку бруса на втором проходе будет иметь вид  $\frac{75}{1} - \frac{50}{2} - \frac{25}{2}$ .

Общая ширина постава на втором проходе будет определена как

$$E_2 = 188,8 + 2(t + a_1 + y_1) = 247,8 \text{ мм.}$$

Охват бревна поставом на втором проходе составит

$$\sum_2 = \frac{E_2}{d} = \frac{247,8}{260} = 0,953d.$$

Используя *аналитический способ*, рассмотрим последовательность расчетов по определению оптимальных ширин и длин пиломатериалов, выпиливаемых в примере 3. Величину пифагорической зоны  $E_{\text{пиф.}}$  для нашего случая определим по формуле

$$E_{\text{пиф.п.}} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2} = d\sqrt{0,5(3 - K^2)} = 260\sqrt{0,5(3 - 1,2^2)} = 229,6 \text{ мм,}$$

или для полупостава  $e_{\text{пиф.}} = E_{\text{пиф.}} / 2 = 114,8$  мм.

Величину предельного охвата бревна поставом вычислим из условия, что  $b_{\min} = 75$  мм (78 мм с учетом усушки по ширине), а  $l_{\min} = 1,0$  м.

$$E_{\text{пред.к.}} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - b_{\min}^2} = \sqrt{(312 - 10,4 \cdot 1)^2 - 78^2} = 291,34 \text{ мм,}$$

или для полупостава  $e_{\text{пред.к.}} = E_{\text{пред.к.}} / 2 = 145,67$  мм.

Так же, как и при составлении поставов, *пронумеруем* симметричные доски, начиная *от периферии к центру* бревна (см. рис. 5, а).

**Определение размеров** досок (ширины и длины) будем вести *от центра к периферии*.

Для *первого прохода* вычислим расстояние от центра торца бревна *до наружных* пластей боковых досок (т. е. полуохват).

$$\begin{aligned} e_2 &= (H_{\text{бр.}} + y_{\text{бр.}}) / 2 + t + a_2 + y_2 = \\ &= (175 + 5,9) / 2 + 3,4 + 25 + 1,1 = 119,95 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 2 будет

$$E_2 = 2e_2 = 239,9 \text{ мм.}$$

$$e_1 = e_2 + t + a_1 + y_{a_1} = 119,95 + 3,4 + 19 + 0,8 = 143,15 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 286,3 \text{ мм.}$$



Сравним  $E_{\text{пиф.}} = 229,6 \text{ мм} < E_2 = 239,9 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти исследуемых досок находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_2 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_2^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{312^2 - 239,9^2}{312^2 - 260^2} = 4,46 \text{ м.}$$

Ближайшая по стандарту длина доски  $l_2 = 4,5 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_2 = \sqrt{\frac{D^2 - E_2^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 239,9^2}{3}} = 115,2 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски  $b_2 = 100 \text{ мм}$  или  $b_2 = 125 \text{ мм}$ .

Если после определения оптимальных размеров досок окажется, что один из размеров должен быть переведен в ближайший стандартный (или спецификационный) размер, величина которого **значительно отличается** от найденного оптимального, то необходимо уточнить величину и другого уже определенного параметра.

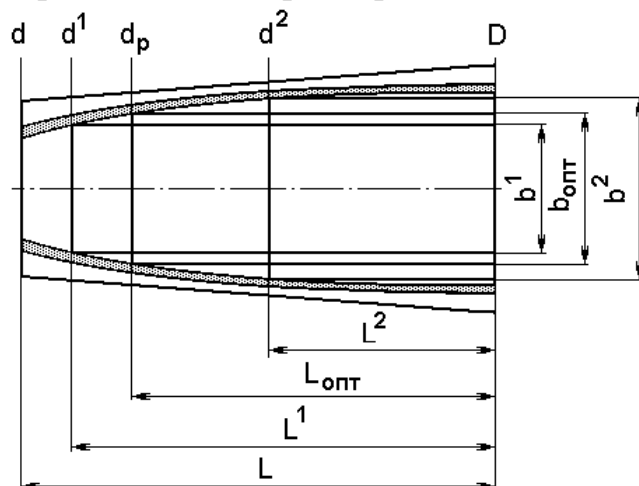


Рис. 6. Раскрой необрезной доски

Последовательность и порядок таких действий рассмотрим с помощью рис. 6 (где  $L$  – длина бревна,  $d$  и  $D$  – диаметры бревна соответственно в вершине и комле).

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 2  $b_{\text{опт}} = 115,2 \text{ мм}$  будет выбрана ширина доски, равная  $b^1 = 103,7 \text{ мм}$  (100 мм плюс припуск на усушку 3,7 мм по ширине доски), то

потребуется вычислить величину новой длины выпиливаемой доски  $L^1$ .

Из рис. 6 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину диаметра  $d^1$ .

$$d^1 = \sqrt{E_2^2 + (b^1)^2} = \sqrt{239,9^2 + 103,7^2} = 261,3 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина выпиливаемой доски будет определена следующим образом:

$$L^1 = \frac{D - d^1}{c} = \frac{312 - 261,3}{10,4} \approx 4,9 \text{ м.}$$

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 2  $b_{\text{опт.}} = 115,2 \text{ мм}$  будет выбрана ширина доски, равная  $b^{11} = 129,7 \text{ мм}$  (125 мм плюс припуск на усушку 4,7 мм по ширине доски), то потребуется

вычислить величину новой длины выпиливаемой доски  $L^{11}$ . Из рис. 6 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину диаметра  $d^{11}$ .

$$d^{11} = \sqrt{E_2^2 + (b^{11})^2} = \sqrt{239,9^2 + 129,7^2} = 273 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина выпиливаемой доски будет определена следующим образом:

$$L^{11} = (D - d^{11}) / c = (312 - 273) / 10,4 = 3,75 \text{ м.}$$

Если по условию задачи должна быть выбрана другая длина выпиливаемой доски (например,  $L^{11} = 4,0 \text{ м}$ ), то сначала вычисляют  $d^{11}$  с помощью выражения  $d^{11} = D - c L^{11} = 31,2 - 1,04 \cdot 4,0 = 27,04 \text{ см}$ , а затем уточняют величину новой ширины доски по выражению

$$b^{11} = \sqrt{(d^{11})^2 - E_2^2} = \sqrt{270,4^2 - 239,9^2} = 124,75 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.}} = 229,6 \text{ мм} < E_1 = 286,3 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{312^2 - 286,3^2}{312^2 - 260^2} = 1,72 \text{ м.}$$

Ближайшая по стандарту длина доски  $l_1 = 1,75 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 286,3^2}{3}} = 71,6 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину досок № 1 по стандарту  $b_1 = 75 \text{ мм}$ .

Уточним новое значение  $l_1$ , для чего по величине охвата  $E_1 = 286,3 \text{ мм}$  и  $b_1 = 78 \text{ мм}$  (учтена усушка по ширине доски) вычислим новый расчетный диаметр

$$d_{\text{расч.1}} = \sqrt{286,3^2 + 78^2} = 296,73 \text{ мм.}$$

Тогда  $l_1 = (D - d_{\text{расч.1}}) / c = (312 - 296,73) / 10,4 = 1,47 \text{ м}$ .

Принимаем  $l_1 = 1,5 \text{ м}$  (с обзолом длиной 0,03 м).

**На втором проходе** обрезные доски, выпиливаемые в зоне пропиленных пластей бруса, будут иметь длину, равную длине бревна, а их ширина будет равна толщине бруса, из которого их выпиливают. Дополнительных расчетов по определению размеров таких досок не требуется.

Наружные пласти досок, выпиливаемых за пределом пропиленных пластей бруса, могут находиться в пифагорической или параболической зоне бревна. Для определения их возможного нахождения необходимо рассчитать величину расстояния от центра вершинного торца бревна (т.е. от центра постава) до наружных пластей этих досок.

В соответствии с рис. 5, б вычислим расстояние от центра торца бруса **до наружной** пласти доски № 1 (т.е. полуохват).

$$e_1 = (75 + 3) / 2 + 3,4 + 50 + 2 + 3,4 + 25 + 1,1 = 123,9 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 247,8 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.}} = 229,6 \text{ мм} < E_1 = 247,8 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти исследуемых досок находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{312^2 - 247,8^2}{312^2 - 260^2} = 4,03 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_1 = 4,0 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{312^2 - 247,8^2}{3}} = 109,4 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину доски по стандарту  $b_1 = 100 \text{ мм}$  или с припуском на усушку  $b_1 = 103,7 \text{ мм}$ .

Для уточнения величины новой длины доски вычислим величину расчетного диаметра  $d_{p.} = \sqrt{E_1^2 + b_1^2} = \sqrt{247,8^2 + 103,7^2} = 268,6 \text{ мм}$ . Тогда уточненная длина выпиливаемой доски будет определена следующим образом:  $l_1 = (D - d_{p.}) / c = (31,2 - 26,86) / 1,04 = 4,17 \text{ м}$ .

Здесь может быть принята длина доски, равная 4,25 м, но она с вершинного торца будет иметь небольшой тупой обзол длиной  $4,25 - 4,17 = 0,08 \text{ м}$ .

Таким образом, в **примере № 3** при распиловке бревна на один брус были выпилены обрезные доски следующих размеров и объемов:

1 -й проход

- пара досок № 2 -  $2 \times 0,025 \times 0,125 \times 3,75 = 0,0234375 \text{ м}^3$ ;

- пара досок № 1 -  $2 \times 0,019 \times 0,075 \times 1,5 = 0,004275 \text{ м}^3$ ;

2 -й проход

- доска в "постели" бруса -  $1 \times 0,075 \times 0,175 \times 5,0 = 0,065625 \text{ м}^3$ ;

- пара досок в "постели" бруса -  $2 \times 0,050 \times 0,175 \times 5,0 = 0,0875 \text{ м}^3$ ;

- пара досок № 1 -  $2 \times 0,025 \times 0,100 \times 4,25 = 0,02125 \text{ м}^3$ .

Всего  $0,2020875 \text{ м}^3$ .

Выход обрезных пиломатериалов из объема распиленного бревна составил

1 -й проход

- пара досок № 2 -  $0,0234375 / 0,32 \times 100 = 7,32 \%$ ;

- пара досок № 1 -  $0,004275 / 0,32 \times 100 = 1,34 \%$ .

2 -й проход

- доска в "постели" бруса -  $0,065625 / 0,32 \times 100 = 20,51 \%$ ;

- пара досок в "постели" бруса -  $0,0875 / 0,32 \times 100 = 27,34 \%$ ;

- пара досок № 1 -  $0,02125 / 0,32 \times 100 = 6,64 \%$ .

Всего  $0,2020875 / 0,32 \times 100 = 63,15 \%$ .

Покажем порядок определения оптимальных размеров досок, выпиленных в этом примере, с помощью **графика-квадранта** (рис. 2, приложение).

**Определение величины  $E_{\text{пиф.}}$**

На графике-квадранте находим точку пересечения прямой  $K = 1,2$  и окружности диаметром  $d = 26$  см. От этой точки опускаем перпендикуляр на горизонтальную шкалу № 1. В точке пересечения считываем значение величины  $E_{\text{пиф.}} \approx 230$  мм.

**Определение величины  $E_{\text{пред.}}$**

Перед определением  $E_{\text{пред.}}$  уточняют, при каких минимальных значениях ширины и длины собираются получить значение данной величины. Если известно минимальное значение длины ( $l_{\text{min}}$ ), то для нее вычисляют расчетный диаметр, начиная с которого и до комлевого торца бревна выпиливаемая доска будет иметь заданную длину. В нашем примере  $l_{\text{min}} = 1$  м, а  $d_p = D - cl_{\text{min}} = 312 - 10,4 \cdot 1 = 301,6$  мм. Пусть при этом минимальная ширина выпиливаемой доски  $b_{\text{min}} = 78$  мм.

Определим с помощью графика-квадранта (рис. 2, приложение) величину  $E_{\text{пред.}}$

На вертикальной шкале слева находим точку, соответствующую величине  $b_{\text{min}} = 78$  мм (75 мм ширина доски плюс 3 мм – усушка доски по ширине), и от нее перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с дугой расчетного диаметра  $d_p \approx 30,2$  см. От полученной точки пересечения опускаемся вертикально вниз до пересечения со шкалой № 1, на которой считываем значение  $E_{\text{пред.}} \approx 291$  мм.

**Первый проход.**

**Определение величины пропиленной пласти бруса.** На горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта откладываем расстояние, равное величине номинальной толщины выпиливаемого бруса с учетом усушки при влажности  $W = 15$  %, т. е. величину 180,9 мм. От точки со значением 180,9 мм поднимаемся **вертикально** вверх до пересечения с дугой диаметра бревна  $d = 26$  см. Далее смещаемся по горизонтали **влево** до пересечения с вертикальной шкалой, на которой и считываем значение величины пропиленной в вершине пласти бруса, равное 186 мм.

Охват поставом наружных пластей досок № 2 составляет  $E_2 = 239,9$  мм. Как было установлено выше, наружные пласти определяемых досок находятся в параболической зоне. Для определения оптимальной ширины этих досок на горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта (см. рис. 2, приложение) откладываем расстояние, равное величине  $E_2 = 239,9$  мм и поднимаемся по вертикали от него до пересечения с дугой диаметра бревна в комле  $D = 31,2$  см. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали **направо** до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем оптимальное значение ширины выпиливаемой доски № 2,  $b_2 \approx 115$  мм.

Ближайшая ширина доски по стандарту  $b_2 = 125$  мм.

**Определение длины боковых досок, находящихся в параболической зоне (пара № 2).**

Определение оптимальной длины доски № 2 связано с необходимостью найти такой расчетный диаметр бревна  $d_p$ , начиная с которого и до  $D$

обеспечивается получение доски шириной 129,7 мм (т.е. номинальной ширины доски по стандарту – 125 мм плюс припуск на усушку по ширине доски – 4,7 мм) при охвате  $E_2 = 239,9$  мм.

Для этого на горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую охвату  $E_2 = 239,9$  мм, а на вертикальной **шкале слева** точку, соответствующую  $b_2 = 129,7$  мм. Из этих точек к своим осям возводим перпендикуляры до их пересечения. Полученная точка пересечения перпендикуляров лежит на искомом расчетном диаметре. Для наших данных  $d_p \approx 27,3$  см.

Определим **оптимальную** длину досок № 2.

$$l_2 = (D - d_p) / c = (31,2 - 27,3) / 1,04 = 3,75 \text{ м.}$$

Принимаем длину досок пары № 2, равную 3,75 м.

Охват поставом наружных пластей досок № 1 составляет  $E_1 = 286,3$  мм. Как было установлено выше, наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне. Для определения оптимальной ширины этих досок на горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта откладываем расстояние, равное величине  $E_1 = 286,3$  мм, и поднимаемся по вертикали от него до пересечения с дугой диаметра бревна в комле  $D = 31,2$  см. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали **направо** до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем оптимальное значение ширины выпиливаемой доски № 1,  $b_1 \approx 71$  мм.

Ближайшая ширина доски по стандарту  $b_1 = 75$  мм.

**Определение длины боковых досок**, находящихся в параболической зоне (пара № 1).

Определение оптимальной длины доски № 1 связано с необходимостью найти такой расчетный диаметр бревна  $d_p$ , начиная с которого и до  $D$  обеспечивается получение доски шириной 78 мм (т. е. номинальной ширины доски по стандарту – 75 мм плюс припуск на усушку по ширине доски – 3 мм) при охвате  $E_1 = 286,3$  мм. Для этого на горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую охвату  $E_1 = 286,3$  мм, а на вертикальной **шкале слева** точку, соответствующую  $b_1 = 78$  мм. Из этих точек к своим осям возводим перпендикуляры до их пересечения. Полученная точка пересечения перпендикуляров лежит на искомом расчетном диаметре. Для наших данных  $d_p \approx 29,7$  см.

Определим **оптимальную** длину досок № 1.

$$l_1 = (D - d_p) / c = (31,2 - 29,7) / 1,04 = 1,44 \text{ м.}$$

Принимаем длину досок пары № 1, равную 1,5 м (с небольшим обзолом).

**Второй проход.** Из аналитического решения данного примера известно, что доски толщиной 75 мм и 50 мм выпиливают в зоне пропиленной пласти бруса, следовательно, их длина равна длине бревна, а ширина равна высоте исходного бруса.

Охват поставом наружных пластей досок № 1 составляет  $E_1 = 247,8$  мм. Как было установлено выше (из сравнения  $E_1$  и  $E_{\text{пиф.}}$ ), наружные пласти

определяемых досок находятся в параболической зоне. Для определения оптимальной ширины этих досок на горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта откладываем расстояние, равное величине  $E_1 = 247,8$  мм, и вертикально поднимаемся от него до пересечения с дугой диаметра бревна **в комле**  $D = 31,2$  см. От полученной точки пересечения смещаемся горизонтально **направо** до пересечения с вертикальной шкалой, где и определяем оптимальное значение ширины доски № 1, выпиливаемой из параболической части бруса, т. е.  $b_1 \approx 109$  мм.

Примем ширину доски по стандарту, равной 100 мм.

Определение оптимальной длины доски № 1 связано с необходимостью найти такой расчетный диаметр бревна  $d_p$ , начиная с которого и до  $D$  обеспечивается получение доски шириной 103,7 мм (т. е. номинальной ширины доски по стандарту – 100 мм плюс припуск на усушку доски по ширине – 3,7 мм) при охвате  $E_1 = 247,8$  мм. Для этого на горизонтальной шкале № 1 находим точку, соответствующую охвату  $E_1 = 247,8$  мм, а на вертикальной **шкале слева** точку, соответствующую  $b_1 = 103,7$  мм. Из этих точек к своим осям возводим перпендикуляры до их пересечения. Полученная точка пересечения перпендикуляров лежит на искомом расчетном диаметре. Для наших данных  $d_p \approx 26,9$  см.

Определим **оптимальную** длину досок № 1.

$$l_1 = (D - d_p) / c = (31,2 - 26,9) / 1,04 = 4,14 \text{ м.}$$

Принимаем длину досок пары № 1, равной 4,25 м.

Покажем порядок определения оптимальных размеров досок, выпиливаемых в этом примере, с помощью **номограммы УЛТИ** (см. рис. 3, приложение).

**Определение величины  $E_{\text{пиф.}}$ .**

На номограмме (зона **A** и **B**) находим точку пересечения дуги окружности диаметра 26 см и дуги эллипса этого же диаметра.

От этой точки опускаем перпендикуляр до пересечения с горизонтальной шкалой, на которой считываем значение величины  $e_{\text{пиф.}} \approx 114$  мм. Тогда  $E_{\text{пиф.}} = 2e_{\text{кр}} \approx 228$  мм.

**Первый проход.** Определение величины пропиленной пласти бруса. На горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) номограммы откладываем расстояние, равное половине величины номинальной толщины выпиливаемого бруса с учетом усушки при влажности  $W = 15$  %, т.е. величину  $180,9/2 = 90,45$  мм. От точки со значением 90,45 мм поднимаемся **вертикально** вверх до пересечения с дугой диаметра бревна  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали налево до пересечения с вертикальной шкалой, на которой и считываем значение величины пропиленной пласти бруса, равное 186 мм.

Для **определения оптимальной ширины** досок пары № 2 на горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую половине охвата (т.е. расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски)  $e_2 = E_2 / 2 = 239,9/2 = 119,95$  мм и поднимаемся по вертикали

от нее до пересечения с дугой диаметра бревна в вершине  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения смещаемся горизонтально влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и определяем значение оптимальной ширины выпиливаемой доски № 2  $b_2 \approx 115$  мм.

Ближайшая стандартная ширина досок 125 мм.

**Определение оптимальной длины боковых досок**, выпиливаемых из **параболической** зоны бревна (пара № 2).

На горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски  $e_2 = 119,95$  мм и от нее опускаем перпендикуляр (в зону **C**) до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 26 см. Далее от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево (в зону **D**) до пересечения с линией длины бревна 5,0 м.

Внизу по вертикали от точки пересечения на шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна" считываем значение **оптимальной** длины выпиливаемой доски  $l_2 \approx 4,5$  м.

Как отмечалось при аналитическом решении, в случае перехода одного из оптимальных размеров доски (ширины или длины) к стандартному при **значительной величине перехода** необходимо уточнять и новое значение другой величины. Так, для боковых досок № 2 оптимальная ширина равна 115,2 мм. Покажем на номограмме *УлТИ* порядок определения нового значения  $l_2$ , если будет выбрана новая ширина доски № 2, например  $b_2 = 100$  мм.

На вертикальной шкале откладываем значение  $b_2 = 103,7$  мм и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью  $e_2 = 119,95$  мм. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре  $d_p \approx 26,1$  см. Радиусом, равным  $d_p / 2$  (с центром в точке пересечения осей), проводим против часовой стрелки дугу до пересечения с кривой эллипса  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону **C** на вспомогательную кривую диаметра 26 см и далее от нее в зону **D** до пересечения с линией  $L = 5$  м. По нижней горизонтальной шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна", находим уточненное значение  $l_2 \approx 4,9$  м.

Покажем на номограмме *УлТИ* порядок определения нового значения  $l_2$ , если будет выбрана новая ширина доски № 2, например  $b_2 = 125$  мм.

На вертикальной шкале откладываем значение  $b_2 = 129,7$  мм и от него перемещаемся по горизонтали вправо до пересечения с вертикалью  $e_2 = 119,95$  мм. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре  $d_p \approx 27,3$  см. Радиусом, равным  $d_p / 2$  (с центром в точке пересечения осей), проводим по часовой стрелке дугу до пересечения с кривой эллипса  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения по вертикали опускаемся в зону **C** на вспомогательную кривую диаметра 26 см и далее от нее в зону **D** до пересечения с линией  $L = 5$  м. По нижней горизонтальной шкале "длина досок, выпиливаемых в параболической зоне бревна", находим уточненное значение  $l_2 \approx 3,75$  м.

Покажем на номограмме *УлТИ* порядок определения нового значения  $b_2$ , если будет выбрана новая длина доски № 2, например,  $l_2 = 3,75$  м.

На горизонтальной нижней шкале в зоне *D* ("длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна") находим точку, соответствующую  $l_2 = 3,75$  м, и от нее поднимаемся по вертикали до пересечения с линией  $L = 5$  м. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали вправо в зону *C* до пересечения со вспомогательной кривой  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения двигаемся по вертикали вверх в зону *B* до пересечения с кривой эллипса  $d = 26$  см.

Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре бревна  $d_p \approx 27,3$  см. Радиусом, равным  $d_p / 2$  (с центром в точке пересечения осей), проводим против часовой стрелки дугу до пересечения с вертикалью  $e_2 = 119,95$  мм. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем значение  $b_2 \approx 129$  мм.

Покажем на номограмме *УлТИ* порядок определения нового значения  $b_2$ , если будет выбрана новая длина доски № 2, например  $l_2 = 4,75$  м.

На горизонтальной нижней шкале в зоне *D* находим точку, соответствующую  $l_2 = 4,75$  м и от нее поднимаемся по вертикали до пересечения с линией  $L = 5$  м. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали вправо в зону *C* до пересечения со вспомогательной кривой  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения двигаемся по вертикали вверх в зону *B* до пересечения с кривой эллипса  $d = 26$  см. Полученная точка пересечения лежит на расчетном диаметре бревна  $d_p \approx 26,3$  см. Радиусом, равным  $d_p / 2$  (с центром в точке пересечения осей) проводим по часовой стрелке дугу до пересечения с вертикалью  $e_2 = 119,95$  мм. От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и считываем значение  $b_2 \approx 107$  мм.

Для **определения оптимальной ширины** досок пары № 1 на горизонтальной шкале (зона *A* и *B*) находим точку, соответствующую половине охвата (т. е. расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски)  $e_1 = E_1 / 2 = 286,3 / 2 = 143,15$  мм и поднимаемся по вертикали от нее до пересечения с дугой диаметра бревна в вершине  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения смещаемся горизонтально влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и определяем значение оптимальной ширины выпиленной доски № 1  $b_1 \approx 71$  мм.

Ближайшая стандартная ширина досок 75 мм.

**Определение оптимальной длины боковых досок**, выпиленных из *параболической* зоны бревна (пара № 1).

На горизонтальной шкале (зона *A* и *B*) находим точку, соответствующую расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски  $e_1 = 143,15$  мм и от нее опускаем перпендикуляр (в зону *C*) до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 26 см. Далее от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево (в зону *D*) до



пересечения с линией длины бревна 5,0 м. Внизу по вертикали от точки пересечения на шкале "длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна" считываем значение *оптимальной* длины выпиленной доски  $l_1 \approx 1,7$  м.

**Второй проход.** Из аналитического решения данного примера известно, что доски толщиной 75 мм и 50 мм выпиляют в зоне пропиленной пласти бруса, следовательно, их длина равна длине бревна, а ширина равна высоте исходного бруса.

Для *определения оптимальной ширины* досок пары № 1 на горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую половине охвата (т.е. расстоянию от центра торца бруса до наружной пласти определяемой доски)  $e_1 = 123,9$  мм и поднимаемся от нее по вертикали до пересечения с дугой диаметра бревна в вершине  $d = 26$  см. От полученной точки пересечения смещаемся горизонтально влево до пересечения с вертикальной шкалой, где и определяем оптимальное значение ширины выпиленной доски № 1  $b_1 \approx 109$  мм.

**Определение оптимальной длины боковых досок**, выпиленных из *параболической* зоны бревна (пара № 1).

На горизонтальной шкале (зона **A** и **B**) находим точку, соответствующую расстоянию от центра торца бревна до наружной пласти определяемой доски  $e_1 = 123,9$  мм и от нее опускаем перпендикуляр (в зону **C**) до пересечения со вспомогательной кривой диаметра 26 см. Далее от полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево (в зону **D**) до пересечения с линией длины бревна 5,0 м.

Внизу по вертикали от точки пересечения на шкале "длина досок, выпиленных в параболической зоне бревна", считываем оптимальное значение длины выпиленной доски  $l_1 \approx 4,2$  м.

#### 5.4. Раскрой бревен с выпиловкой двух брусьев

При распиловке бревен крупных диаметров может иметь место выпиловка

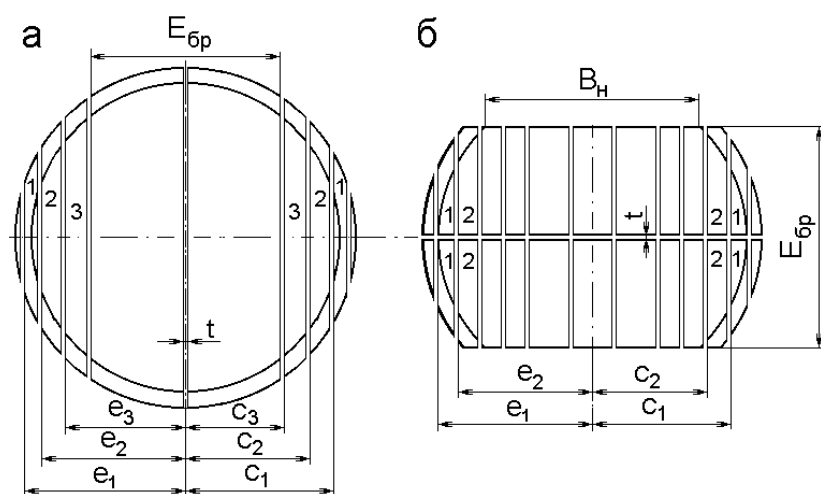


Рис. 7. Распиловка бревна на два бруса

на первом проходе двух (рис. 7) или трех брусьев. Рассмотрим такие примеры.

**Пример 4.** Составить постав на распиловку с брусковой елового бревна  $d = 58$  см с выпиловкой на первом проходе **двух брусьев** и трех пар обрезных досок, а на втором

проходе за пределом пропиленной пласти брусьев двух пар обрезных досок по ГОСТ 8486-86. Коэффициент сбега бревна  $K = 1,1$ ; длина  $L = 5$  м, объем бревна  $g = 1,57$  м<sup>3</sup>, пропил  $t = 3,6$  мм, влажность пиломатериалов  $W = 20$  %.

**Решение.** Величину диаметра бревна в комле определим по формуле  $D = dK$ ,  $D = 63,8$  см. Величину сбега бревна определим по формуле  $c = (D - d)/L$ ,  $c = 1,16$  см/м.

**Первый проход.** Возможную суммарную толщину выпиливаемых брусьев вычислим из следующего отношения:

$$2(H_{\text{бр.}} + y_{\text{бр.}}) + t = (0,6 \dots 0,8)d = 348 \dots 464 \text{ мм.}$$

Отметим при этом, что наилучшей суммарной толщиной двух брусьев (или величиной их охвата) будет величина  $0,707d = 410,06$  мм.

Будем на первом проходе выпиливать два бруса толщиной 200 мм каждый. Порядок нумерации боковых досок показан на рис. 7, а.

Расстояние от центра бревна до внутренней пласти доски № 3 будет

$$C_3 = t/2 + H_{\text{бр.}} + y_{\text{бр.}} + t = 3,6/2 + 200 + 4,9 + 3,6 = 210,3 \text{ мм,}$$

где  $H_{\text{бр.}}$  - номинальное значение толщины бруса, мм;

$y_{\text{бр.}}$  - величина усушки по толщине бруса, мм.

На горизонтальной оси графика № 3 (см. рис. 4, приложение) находим точку, соответствующую значению  $C_3 = 210,3$  мм, и от нее поднимаемся вертикально вверх до пересечения с наклонной линией для диаметра 58 см.

От полученной точки пересечения двигаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, на которой и считываем оптимальное значение толщины определяемой доски, равное 34 мм. Принимаем ближайшее значение толщины доски по стандарту  $a_3 = 32$  мм.

Расстояние от центра бревна до внутренней пласти второй доски будет

$$C_2 = C_3 + a_3 + y_3 + t = 210,3 + 32 + 1,0 + 3,6 = 246,9 \text{ мм,}$$

где  $y_3$  - величина усушки по толщине доски  $a_3$ , мм.

На горизонтальной оси графика № 2 (см. рис. 4, приложение) находим точку, соответствующую значению  $C_2 = 246,9$  мм и от нее поднимаемся вертикально вверх до пересечения с наклонной линией диаметра 58 см.

Дальнейшая последовательность определения оптимальной толщины доски № 2 аналогична описанной выше. Ближайшее значение толщины доски по стандарту  $a_2 = 25$  мм.

Расстояние от центра бревна до внутренней пласти доски № 1 будет

$$C_1 = C_2 + a_2 + y_2 + t = 246,9 + 25 + 0,8 + 3,6 = 276,3 \text{ мм.}$$

По графику № 1 (см. рис. 4, приложение) определяем, что ближайшая по стандарту толщина доски  $a_1 = 25$  мм.

Постав для первого прохода будет иметь следующий вид:

$$\frac{200}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{4}.$$

Охват бревна поставом на первом проходе составляет  $1,04d$ .

**Второй проход.** Расход ширины поставки при выпилке двух брусьев составляет  $E_{бр.} = 413,4$  мм.

Размер пропиленных наружных пластей ( $B_n$ ) брусьев будет вычислен по уравнению Пифагора

$$B_n = \sqrt{d^2 - E_{бр.}^2} = 406,82 \text{ мм},$$

а размер внутренних пропиленных пластей ( $B_{вн}$ ) брусьев будет вычислен из уравнения

$$B_{вн} = \sqrt{d^2 - t^2} = 579,99 \text{ мм}.$$

В пределах пропиленных наружных пластей брусьев (рис. 7, б) можно выпиливать доски любых, **желательно толстых**, спецификационных толщин. Пусть подобранный постав для распиловки этой зоны будет

$$\frac{75}{3} - \frac{40}{4}.$$

Оставшуюся часть бруса распилим на две пары досок. Определим расстояние  $C_2$  от центра бруса до внутренней пласти доски № 2

$$C_2 = (75 + y_{75}) / 2 + 3,6 + 75 + y_{75} + 3,6 + 2(40 + y_{40} + 3,6) = 212,75 \text{ мм}.$$

По графику № 2 (см. рис. 4) находим, что ближайшая стандартная толщина доски  $a_2 = 40$  мм.

Расстояние от центра бруса до внутренней пласти доски № 1 составит

$$C_1 = C_2 + a_2 + y_2 + t = 212,75 + 40 + 1,2 + 3,6 = 257,55 \text{ мм}.$$

По графику № 1 (см. рис. 4, приложение) определяем, что ближайшее по стандарту значение толщины доски  $a_1 = 32$  мм.

Таким образом, постав на распиловку двух симметричных брусьев на втором проходе может иметь вид

$$2\left(\frac{75}{3} - \frac{40}{6} - \frac{32}{2}\right).$$

Охват каждого бруса поставом  $1,0d$ .

Отметим, что графики (см. рис. 4, приложение) позволяют в доступной для практического применения форме обоснованно решать задачи по составлению рациональных поставов на распиловку крупномерного сырья.

Используя **аналитический способ**, рассмотрим последовательность расчетов по определению оптимальных ширин и длин пиломатериалов, выпиливаемых в примере 4.

Величину пифагорической зоны  $E_{пиф.}$  для распиловки бревна на первом проходе вычислим по формуле

$$E_{пиф.л.} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2} = d\sqrt{0,5(3 - K^2)} = 580\sqrt{0,5(3 - 1,1^2)} = 548,7 \text{ мм},$$

или для полупоставы  $e_{пиф.л.} = E_{пиф.л.} / 2 = 274,35 \text{ мм}.$

Величину предельного охвата бревна поставом при распиловке на первом проходе вычислим из условия, что  $b_{\min} = 75$  мм (или 77,3 мм с учетом усушки по ширине), а  $l_{\min} = 1,0$  м

$$E_{\text{пред.к.}} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - b_{\min}^2} = \sqrt{(638 - 11,6 \cdot 1)^2 - 77,3^2} = 621,6 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пред.к.}} = E_{\text{пред.к.}} / 2 = 310,8 \text{ мм}$ .

**Определение размеров** досок (ширины и длины) будем вести *от центра бревна к периферии*.

Для **первого прохода** вычислим расстояние от центра торца бревна **до наружной** пласти доски № 3 (т. е. полуохват).

$$e_3 = t/2 + H_{\text{бр.}} + y_{\text{бр.}} + t + a_3 + y_3 = 1,8 + 200 + 4,9 + 3,6 + 32 + 1,0 = 243,3 \text{ мм}.$$

Величина полного охвата наружных пластей пары досок № 3 будет

$$E_3 = 2e_3 = 486,6 \text{ мм}.$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п.}} = 548,7 \text{ мм} > E_3 = 486,6 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 3 находятся в пифагорической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна длине бревна, т. е.  $l_3 = 5 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина сырых досок № 3 будет вычислена по теореме Пифагора

$$b_3 = \sqrt{d^2 - E_3^2} = \sqrt{580^2 - 486,6^2} = 315,6 \text{ мм}.$$

Полученную сырую доску  $b_3 = 315,6 \text{ мм}$  далее будем делить на две, например, с номинальной шириной по 150 мм.

Определим расстояние от центра торца бревна до наружной пласти досок № 2

$$e_2 = e_3 + t + a_2 + y_2 = 243,3 + 3,6 + 25 + 0,8 = 272,7 \text{ мм}.$$

Величина полного охвата наружных пластей пары досок № 2 будет

$$E_2 = 2e_2 = 545,4 \text{ мм}.$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п.}} = 548,7 \text{ мм} > E_2 = 545,4 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 2 находятся в пифагорической зоне, а оптимальная длина этих досок будет равна длине бревна, т.е.  $l_2 = 5 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина сырых досок № 2 будет вычислена по теореме Пифагора

$$b_2 = \sqrt{d^2 - E_2^2} = \sqrt{580^2 - 545,4^2} = 197,33 \text{ мм}.$$

Определим расстояние от центра торца бревна до наружной пласти досок № 1

$$e_1 = e_2 + t + a_1 + y_1 = 272,7 + 3,6 + 25 + 0,8 = 302,1 \text{ мм}.$$

Величина полного охвата наружных пластей пары досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 604,2 \text{ мм}.$$

Сравним  $E_{\text{пиф.}} = 548,7 \text{ мм} < E_1 = 604,2 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{638^2 - 604,2^2}{638^2 - 580^2} = 1,98 \text{ м}.$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_1 = 2,0$  м.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{638^2 - 604,2^2}{3}} = 118,3 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски  $b_1 = 100$  мм или  $b_1 = 125$  мм.

Как и в примере 3 (см. рис. 5, а) после определения оптимальных размеров доски № 1 необходимо ее ширину принять равной одному из номинальных стандартных размеров. Так как величины стандартных ширин **отличаются** от найденных оптимальных, то необходимо уточнить величину и другого уже определенного параметра, т. е. длины.

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 1  $b_{\text{опт}} = 118,3$  мм будет выбрана ширина доски, равная  $b^1 = 102,8$  мм (100 мм плюс припуск на усушку 2,8 мм по ширине доски), то потребуется определить величину новой длины выпиливаемой доски  $L^1$ .

Из рис. 6 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину диаметра  $d^1$ .

$$d^1 = \sqrt{E_1^2 + (b^1)^2} = \sqrt{604,2^2 + 102,8^2} = 612,9 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина выпиливаемой доски будет вычислена следующим образом:

$$L^1 = (D - d^1) / c = (638 - 612,9) / 11,6 = 2,16 \text{ м.}$$

Приведенный расчет и уточнения показывают, что при  $b^1 = 102,8$  мм доска может иметь длину 2,0 м или 2,25 м с тупым обзолом в вершинной части длиной 0,09 м.

Если в нашем примере вместо оптимальной ширины доски № 1  $b_{\text{опт}} = 118,3$  мм будет выбрана ширина доски, равная  $b^{11} = 128,4$  мм (125 мм плюс припуск на усушку 3,4 мм по ширине доски), то потребуется вычислить величину новой длины выпиливаемой доски  $L^{11}$ .

Из рис. 6 и условия задачи видно, что для этого следует вычислить величину диаметра  $d^{11}$ .

$$d^{11} = \sqrt{E_1^2 + (b^{11})^2} = \sqrt{604,2^2 + 128,4^2} = 617 \text{ мм.}$$

Тогда новая длина выпиливаемой доски будет вычислена следующим образом:

$$L^{11} = (D - d^{11}) / c = (638 - 617) / 11,6 = 1,81 \text{ м.}$$

Приведенный расчет и уточнения показывают, что при  $b^{11} = 128,4$  мм доска может иметь длину 2,0 м и небольшой тупой обзол в вершинной части.

**На втором проходе** обрезные доски, выпиливаемые в зоне пропиленных наружных пластей ( $B_n$ ) обоеих брусьев, будут иметь длину, равную длине бревна, а их ширина будет равна толщине бруса, из которого их выпиляют. Дополнительных расчетов по определению размеров таких досок не требуется.

Доски толщиной 40 мм, внутренние пласти которых находятся в зоне пропиленных пластей ( $B_n$ ), а наружные за их пределами, имеют на кромках незначительный тупой обзол, не снижающий сортности пиломатериалов. Длина этих досок равна длине бревна, т.е. 5,0 м.

Раскрой полученных в нашем примере брусев на пиломатериалы **относится к случаю распиловки бокового бруса и сегмента** и имеет свои отличительные от вышеописанных приемов особенности.

При этом если формой боковой поверхности бревна является усеченный конус, то величина предельного полуохвата поставом бокового бруса (или сегмента) будет определена следующим выражением [1, 2]:

$$E_{\text{пред(с)к}}/2 = e_{\text{пред(с)к}} = \sqrt{(R - 0,5 \frac{R-r}{L} l_{\min})^2 - (b_{\min} + C)^2}, \quad (6)$$

где  $R$  и  $r$  - радиус бревна в комле и ,соответственно, в вершине, мм;

$l_{\min}$  и  $b_{\min}$  - минимальная ширина (мм) и минимальная длина (м) выпи-  
ливаемых досок;

$A = 2C$  - расстояние между внутренними пластиами распиливаемых бо-  
ковых брусев (сегментов)..

Если формой боковой поверхности бревна является усеченный пара-  
болоид, то предельный полуохват поставом бруса (или сегмента) будет  
равен

$$E_{\text{пред(с)п}}/2 = e_{\text{пред(с)п}} = \sqrt{R^2 - \frac{R^2 - r^2}{L} l_{\min} - (b_{\min} - C)^2}. \quad (7)$$

При практических расчетах поставов можно равноценно использовать  
любое из вычисленных **соответствующих значений**  $e_{\text{пред (с)п}}$ . ИЛИ  $e_{\text{пред(с)к}}$ ,  
так как разница между ними не превышает 1 %. Исходя из этих же сообра-  
жений величину пифагорической зоны бокового бруса (или сегмента)  
будем во всех примерах вычислять по следующему выражению:

$$2 e_{\text{пиф.(с)п}} = E_{\text{пиф.(с)п}} = \sqrt{0,5 \left\{ (3d^2 - D^2) - \left[ A^2 + A \sqrt{2(D^2 - d^2) + A^2} \right] \right\}}. \quad (8)$$

В нашем примере для распиловки бруса имеем следующие данные:  
 $A = t = 3,6$  мм,  $E_{\text{пред(с)}} = 606,1$  мм (при  $b_{\min} = 77,3$  мм;  $l_{\min} = 1$  м), а  
 $E_{\text{пиф.(с)п}} = 548,1$  мм.

Определим расстояние от центра торца бруса до наружной пласти  
доски № 2 (см. рис. 7, б).

$$e_2 = 209,15 + 3,6 + 40 + 1,2 = 253,95 \text{ мм.}$$

Полный охват наружных симметричных пластей пары досок № 2 по-  
ставом  $E_2 = 2 e_2 = 507,9$  мм.

Сравниваем  $E_{\text{пиф.(с)п}} = 548,1$  мм  $>$   $E_2 = 507,9$  мм. Делаем вывод, что на-  
ружные пласти досок № 2 находятся в пифагорической зоне сегмента, по-  
этому их длина будет равна длине бревна, а оптимальную ширину следует  
вычислять по формуле

$$b_{\text{опт(с)}} = \sqrt{r^2 - e_i^2} - C. \quad (9)$$

$$b_{\text{опт(с)2}} = \sqrt{290^2 - 253,95^2} - 1,8 = 138,23 \text{ мм.}$$

Вычислим расстояние от центра торца бруса до наружной пласти доски № 1 (см. рис. 7, б).

$$e_1 = 253,95 + 3,6 + 32 + 1,0 = 290,55 \text{ мм.}$$

Полный охват наружных симметричных пластей пары досок № 1 поставом  $E_1 = 2 e_1 = 581,1$  мм.

Сравниваем  $E_{\text{пиф.(с)п}} = 548,1 \text{ мм} < E_1 = 581,1 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне сегмента, поэтому оптимальную ширину таких досок вычисляем по формуле

$$b_{\text{опт(с)}} = \frac{\sqrt{3(R^2 - e^2) + C^2} - 2C}{3}, \quad (10)$$

$$b_{\text{опт(с)1}} = \frac{\sqrt{3(R^2 - e_1^2) + C^2} - 2C}{3} = \frac{\sqrt{3(319^2 - 290,55^2) + 1,8^2} - 2 \cdot 1,8}{3} = 74,2 \text{ мм.}$$

Ближайший стандартный размер ширины доски 75 мм.

Оптимальную длину досок № 1 вычисляют по формуле

$$l_{\text{опт(с)}} = \frac{2L}{9(R^2 - r^2)} \left\{ 3(R^2 - e^2) - \left[ C^2 + C\sqrt{3(R^2 - e^2) + C^2} \right] \right\}, \quad (11)$$

$$l_{\text{опт(с)1}} = \frac{2 \cdot 5}{9(319^2 - 290^2)} \left\{ 3(319^2 - 290,55^2) - \left[ 1,8^2 + 1,8\sqrt{3(319^2 - 290,55^2) + 1,8^2} \right] \right\} = 3,24 \text{ м.}$$

Ближайший стандартный размер длины доски 3,25 м.

Таким образом, в **примере № 4** при распиловке бревна на два бруса были выпилены обрезные доски следующих размеров и объемов:

1 -й проход

- пара досок № 3 -  $2 \times 0,032 \times 2 \times 0,150 \times 5,0 = 0,096 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 2 -  $2 \times 0,025 \times 0,200 \times 5,0 = 0,05 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 1 -  $2 \times 0,025 \times 0,125 \times 2,0 = 0,0125 \text{ м}^3$ ;

2 -й проход

- три доски в "постели" бруса  $2(3 \times 0,075 \times 0,200 \times 5,0) = 0,45 \text{ м}^3$ ;
- четыре доски в "постели" бруса  $2(4 \times 0,040 \times 0,200 \times 5,0) = 0,32 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 2 -  $2(2 \times 0,040 \times 0,125 \times 5,0) = 0,10 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 1 -  $2(2 \times 0,032 \times 0,075 \times 3,25) = 0,0312 \text{ м}^3$ .

Всего  $1,0597 \text{ м}^3$ .

Выход обрезных пиломатериалов из объема распиленного бревна составляет

1 -й проход

- пара досок № 3 -  $0,096 / 1,57 \times 100 \% = 6,11 \%$ ;
- пара досок № 2 -  $0,050 / 1,57 \times 100 \% = 3,19 \%$ ;
- пара досок № 1 -  $0,0125 / 1,57 \times 100 \% = 0,80 \%$ ;

2 -й проход

- три доски в "постели" бруса  $0,450 / 1,57 \times 100 \% = 28,65 \%$ ;
- четыре доски в "постели" бруса  $0,320 / 1,57 \times 100 \% = 20,38 \%$ ;
- пара досок № 2 -  $0,100 / 1,57 \times 100 \% = 6,37 \%$ ;
- пара досок № 1 -  $0,0312 / 1,57 \times 100 \% = 1,99 \%$ ;

Всего  $1,0597 / 1,57 \times 100 \% = 67,49 \%$ .

Графические приемы определения оптимальных размеров досок, выпиленных на первом проходе из бревен и срединного бруса, достаточно полно описаны в примерах 1 и 3. Для **примеров 4 и 5** представляют интерес графические приемы определения оптимальных размеров досок, выпиленных из **бокового бруса** (или сегмента). Покажем порядок расчета таких поставов с помощью графического способа.

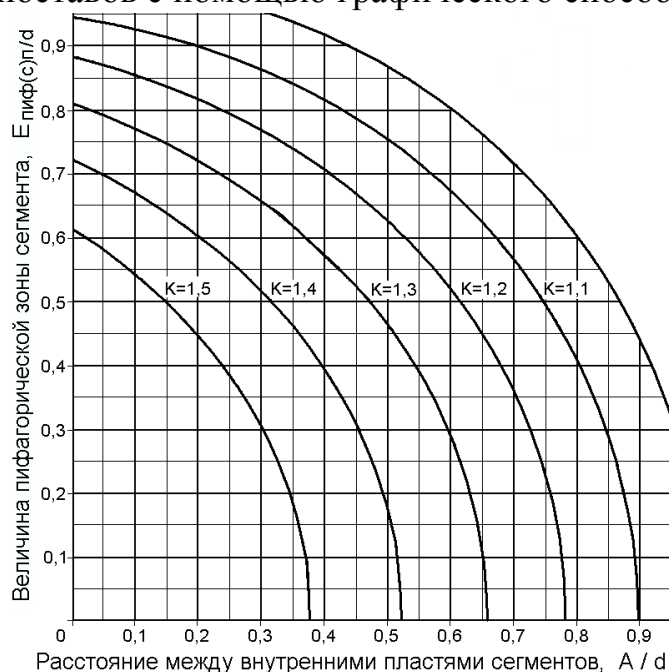


Рис. 8. График изменения  $E_{пиф.(с)п}$

**Определение величины  $E_{пиф.(с)п}$ .** На графике рис. 8 показана зависимость величины пифагорической зоны сегмента  $E_{пиф.(с)п}$  от изменения величины средней вырезки  $A$  (т.е. от расстояния между внутренними пластами сегментов) и коэффициента сбега бревен  $K$ . Причем величины  $E_{пиф.(с)п}$  и  $A$  выражены в долях вершинного диаметра бревна  $d$ . Крайняя справа кривая относится к случаю  $K = 0$ , т.е. когда бревна имеют цилиндрическую форму.

График позволяет определять  $E_{пиф.(с)п}$  не прибегая к формуле (8).

Вычислим величину отношения  $\gamma = A/d = 3,6/580 \approx 0,006$ , т.е.  $A \approx 0,006 d$ . На горизонтальной оси графика (см. рис. 8) находим точку со значением  $\gamma = A/d \approx 0,006$  и от нее поднимаемся по вертикали вверх до пересечения с кривой  $K = 1,1$ . От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью.

На вертикальной оси в точке пересечения считываем значение  $E_{пиф.(с)п} / d \approx 0,945$ . Это значит, что  $E_{пиф.(с)п} \approx 0,945 d$ , т.е.  $E_{пиф.(с)п} \approx 0,945 \cdot 580 \approx 548$  мм.

Для непосредственного графического определения величины  $E_{пиф.(с)п}$  на график-квадрант (см. рис. 2, приложение) нанесен ряд наклонных прямых, идущих слева вверх направо, с отметками  $K = 1,5$ ;  $K = 1,6$ ;  $K = 1,7$ , которые аналогичны прямым коэффициентов сбега бревен  $K = 1,1 \dots K = 1,4$ .



Эти прямые позволяют определять величину пифагорической зоны боковых брусьев (или сегментов) для любого значения  $r$  (или  $d$ ) по найденному  $K_{\text{расч(с)}}$ .

Значение  $K_{\text{расч(с)}}$  определяют по графику (рис. 9), где  $K$  – коэффициент сбега распиливаемого бревна; а в отношении  $\gamma = A/d$ ,  $A = 2C$  – расстояние между внутренними пластами боковых брусьев (или сегментов).

На горизонтальной оси графика (рис. 9) откладываем значение величины отношения  $\gamma = A/d = 3,6/580 \approx 0,006$  и поднимаемся от него до пересечения с кривой  $K = 1,1$ .

От полученной точки пересечения перемещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью, где и находим значение  $K_{\text{расч(с)}} \approx 1,11$ .

На графике-квадранте (рис. 2, приложение) находим точку пересечения прямой расчетного коэффициента сбега сегмента  $K_{\text{расч(с)}} \approx 1,11$  и дуги диаметра бревна  $d = 58$  см.

От полученной точки пересечения опускаемся по вертикали на горизонтальную шкалу № 1, где считываем значение величины  $E_{\text{пиф(с)п}} \approx 548$  мм.

#### Определение величины $E_{\text{пред(с)п}}$

При известных ограничениях ( $b_{\text{min}} = 75$  мм и  $l_{\text{min}} = 1,0$  м) вычислим расчетный диаметр бревна  $d_p = D - cl_{\text{min}} = 63,8 - 1,16 \cdot 1,0 = 62,64$  см. Начиная от  $d_p$  и до  $D$ , выпиливается из бокового бруса (или сегмента) доски будут иметь заданные минимальные размеры по длине.

Суммарная минимальная ширина сырых досок, выпиливается из двух симметричных боковых брусьев, и величины расстояния между их внутренними пластами будет определена следующим образом:  $S = 2b_{\text{min}} + A = 2 \cdot 77,3 + 3,6 = 158,2$  мм.

Величину  $E_{\text{пред(с)п}}$  определим с помощью графика-квадранта (рис. 2, приложение). На вертикальной левой шкале графика-квадранта откладываем величину  $S = 158,2$  мм и от нее смещаемся по горизонтали вправо до пересечения с дугой расчетного диаметра  $d = 62,64$  см. От полученной точки пересечения опускаемся по вертикали вниз до пересечения с горизонтальной шкалой № 1, где и считываем значение величины  $E_{\text{пред(с)п}} \approx 606$  мм.

Если доски выпиляют в зоне пропиленных наружных пластов (т.е. в зоне "постели") брусьев, то их ширина равна толщине исходного бруса, а длина равна его длине.

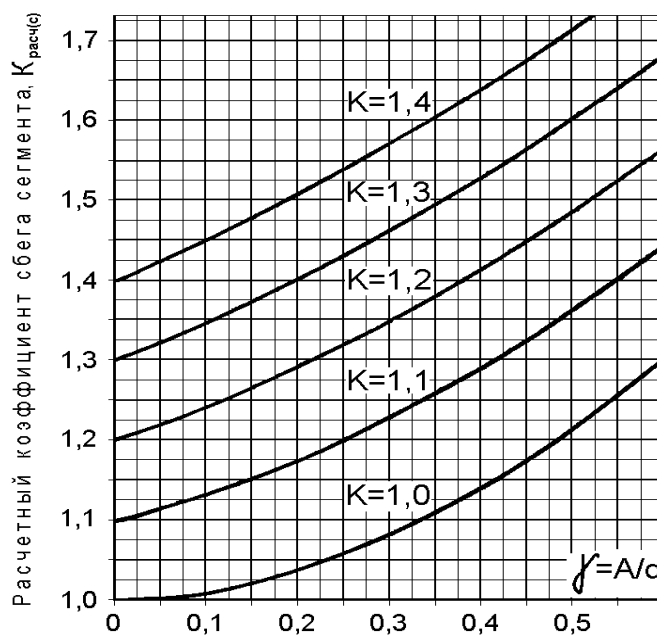


Рис. 9. График для определения  $K_{\text{расч(с)}}$

Наружные пласти досок, выпиливаемых за пределом внешних пропиленных пластей бруса, могут находиться в пифагорической или параболической зоне бокового бруса (сегмента). Для определения их возможного нахождения необходимо рассчитать величину расстояния от центра вершинного торца бревна (т. е. от центра постава) до наружных пластей этих досок.

Используя нумерацию досок, принятую на рис. 7, б, определим расстояние от центра торца бруса до наружной пласти доски № 2.

$$e_2 = 209,15 + t + a_2 + y_2 = 209,15 + 3,6 + 40 + 1,2 = 253,95 \text{ мм.}$$

Полный охват наружных симметричных пластей досок № 2 составит

$$E_2 = 2e_2 = 507,9 \text{ мм.}$$

Расстояние от центра торца бруса до наружной пласти доски № 1 будет

$$e_1 = 253,95 + t + a_1 + y_1 = 253,95 + 3,6 + 32 + 1,0 = 290,55 \text{ мм.}$$

Полный охват наружных симметричных пластей досок № 1 составит

$$E_1 = 2e_1 = 581,1 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.}(с)п} \approx 548 \text{ мм} > E_2 = 507,9 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти выпиливаемых досок № 2 находятся в пифагорической зоне сегмента, поэтому оптимальная длина таких досок равна длине исходного бревна. Для определения оптимальной ширины доски № 2 на горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта (см. рис. 2, приложение) откладываем значение  $e_2 = 253,95 \text{ мм}$  и поднимаемся от него по вертикали вверх до пересечения с дугой  $r = 29 \text{ см}$ . От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, на которой считываем значение  $b_{\text{опт}(с)2} + A/2 \approx 140 \text{ мм}$ . Откуда  $b_{\text{опт}(с)2} = 140 - 3,6/2 = 138,2 \text{ мм}$ .

Сравним  $E_{\text{пиф.}(с)п} \approx 548 \text{ мм} < E_1 = 581,1 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти выпиливаемых досок № 1 находятся в параболической зоне.

Для определения оптимальной ширины досок, выпиливаемых из параболической зоны бокового бруса (или сегмента), на графике-квадранте нанесена группа параллельных прямых, идущих слева вверх направо, построенная для различных значений  $C = A/2$ . Значение  $b_{\text{опт}(с)}$  в мм отложено **на горизонтальной шкале № 2** графика-квадранта (см. рис. 2, приложение).

Для определения оптимальной ширины доски № 1 на горизонтальной шкале № 1 находим точку со значением  $e_1 = 290,55 \text{ мм}$  и от нее поднимаемся вверх по вертикали до пересечения с дугой радиуса комлевого торца бревна  $R = 31,9 \text{ см}$ . Из полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали до пересечения с наклонной прямой, имеющей значение  $A/2 = C = 1,8 \text{ мм}$ . От точки пересечения опускаемся по вертикали вниз на **горизонтальную шкалу № 2**, где считываем оптимальное значение ширины сырой выпиливаемой доски  $b_{\text{опт}(с)1} \approx 74 \text{ мм}$ . Размер ширины доски по стандарту 75 мм.

Для определения оптимальной длины выпиливаемой доски находим расчетный радиус торцевого сечения, на котором возможно получение досок шириной 77,3 мм (75 мм - номинальная ширина доски плюс 2,3 мм - припуск на усушку по ширине доски) при  $e_1 = 290,55$  мм.

На горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта находим точку со значением  $e_1 = 290,55$  мм, а на вертикальной шкале слева точку, соответствующую  $b = b_{\text{опт}(c)1} + A/2 = 77,3 + 1,8 = 79,1$  мм. Из этих точек проводим перпендикуляры к шкалам. Точка пересечения перпендикуляров укажет на искомый расчетный радиус  $r_p \approx 30$  см. Тогда

$$l_{\text{опт}(c)1} = \frac{R^2 - r_p^2}{R^2 - r^2} L = \frac{31,9^2 - 30^2}{31,9^2 - 29^2} 5 = 3,3 \text{ м.}$$

Ближайший размер длины доски по стандарту составляет 3,25 м.

### 5.5. Раскрой бревен с выпиловкой трех брусьев

**Пример 5.** Составить и рассчитать постав на распиловку с брусовкой бревен хвойных пород (кроме лиственницы) с выпиловкой на первом проходе **трех брусьев** и трех пар боковых досок по ГОСТ 8486-86 (рис. 10). На втором проходе за пределом пропиленной пласти среднего бруса одну пару досок, а за пределами наружных пропиленных пластей боковых брусьев две пары досок. Диаметр бревна в вершине  $d = 58$  см, коэффициент сбега бревна  $K = 1,1$ ; длина бревна  $L = 5$  м, объем бревна  $g = 1,57 \text{ м}^3$ , величина пропила  $t = 3,6$  мм, влажность выпиливаемых обрезных пиломатериалов  $W = 20 \%$ .

**Решение. Составление поставов.**

Величину диаметра бревна в комле вычислим по формуле  $D = dK$ ,  $D = 63,8$  см. Величину сбега бревна вычислим по формуле  $c = (D - d)/L$ ,  $c = 1,16$  см/м.

Расход ширины постав на выпиливание трех брусьев вычислим из следующего отношения:

$$H_{\text{ср.бр}} + y_{\text{ср.бр}} + 2(t + H_{\text{бок.бр}} + y_{\text{бок.бр}}) = (0,6 \dots 0,8)d = 348 \dots 464 \text{ мм.}$$

Пусть толщина среднего бруса будет равна 150 мм, а толщина каждого бокового – 125 мм.

**На первом проходе** за пределами трех выпиливаемых брусьев будем выпиливать три пары боковых досок, которые пронумеруем известным образом, т. е. от периферии к центру.

Определим расстояние  $C_3$  от центра торца бревна до внутренней пласти доски № 3.

$$\begin{aligned} C_3 &= (H_{150} + y_{150})/2 + t + H_{125} + y_{125} + t = \\ &= (150 + 3,9)/2 + 3,6 + 125 + 3,4 + 3,6 = 212,55 \text{ мм,} \end{aligned}$$

где  $H_{150}$  и  $H_{125}$  - номинальная толщина среднего бруса и соответственно бокового бруса, мм;

$y_{150}$  и  $y_{125}$  - величины усушки среднего и бокового брусьев, мм.

На горизонтальной оси графика № 3 (см. рис. 4, приложение) находим точку, соответствующую значению  $C_3 = 212,55$  мм, и от нее поднимаемся вертикально вверх до пересечения с наклонной линией для диаметра 58 см.

От полученной точки пересечения движемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, на которой и считываем оптимальное значение толщины определяемой доски, равное 32 мм. Принимаем значение толщины доски по стандарту  $a_3 = 32$  мм.

Расстояние от центра бревна до внутренней пласти доски № 2 будет

$$C_2 = C_3 + a_3 + y_3 + t = 212,55 + 32 + 1,0 + 3,6 = 249,15 \text{ мм},$$

где  $y_3$  - величина усушки по толщине доски  $a_3$ , мм.

На горизонтальной оси графика № 2 (см. рис. 4, приложение) находим точку, соответствующую значению  $C_2 = 249,15$  мм, и от нее поднимаемся вертикально вверх до пересечения с наклонной линией диаметра 58 см.

От точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до оси ординат. Ближайшее значение толщины доски по стандарту  $a_2 = 25$  мм.

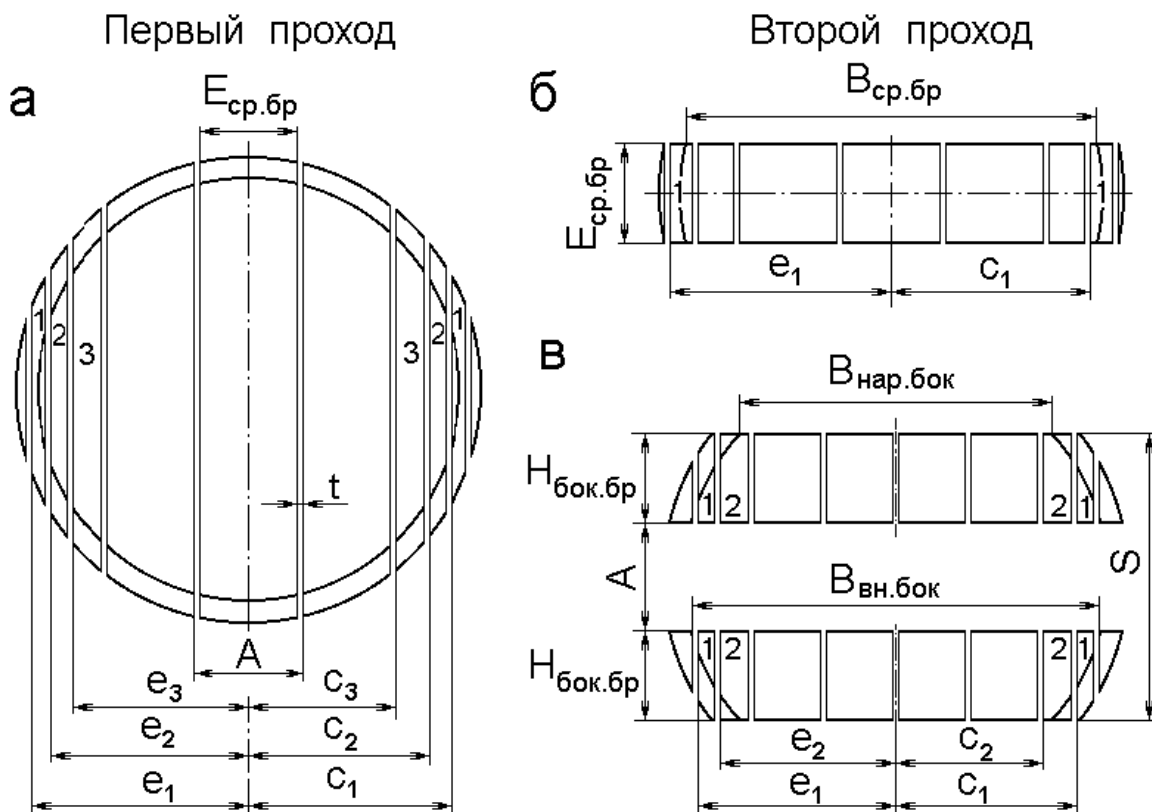


Рис. 10. Распиловка бревна на три бруса

Расстояние от центра бревна до внутренней пласти доски № 1 будет

$$C_1 = C_2 + a_2 + y_2 + t = 249,15 + 25 + 0,8 + 3,6 = 278,55 \text{ мм}.$$

По графику № 1 (см. рис. 4, приложение) с помощью величины  $C_1 = 278,55$  мм определяем, что ближайшая по стандарту толщина доски  $a_1 = 25$  мм.

Постав для первого прохода будет иметь следующий вид:

$$\frac{150}{1} - \frac{125}{2} - \frac{32}{2} - \frac{25}{4}.$$

Охват бревна поставом на первом проходе составляет  $1,05d$ .

**Второй проход. Распиловка среднего бруса.**

Расход ширины постава на выпилку из бревна среднего бруса (см. рис. 10, б) составляет  $E_{\text{ср.бр}} = 153,9$  мм. Тогда величину пропиленных пластей среднего бруса можно вычислить по формуле

$$B_{\text{ср.бр.}} = \sqrt{d^2 - E_{\text{ср.бр}}^2} = 559,21 \text{ мм.}$$

В пределах пропиленных пластей бруса можно выпиливать доски любых (*желательно толстых!*) спецификационных толщин. Пусть подобранный нами постав для распиловки этой зоны будет иметь вид

$$\frac{150}{3} - \frac{40}{2}.$$

Из оставшейся боковой зоны среднего бруса будем выпиливать одну пару досок. Определим величину расстояния от центра торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски (т. е. № 1)

$$\begin{aligned} C_1 &= (H_{150} + y_{150})/2 + t + H_{150} + y_{150} + t + a_{40} + y_{40} + t = \\ &= (150 + 3,9)/2 + 3,6 + 150 + 3,9 + 3,6 + 40 + 1,2 + 3,6 = 282,85 \text{ мм.} \end{aligned}$$

По графику № 1 (см. рис. 4, приложение) с помощью величины  $C_1 = 282,85$  мм определяем, что ближайшая по стандарту толщина доски  $a_1 = 25$  мм.

На основании проведенных выше расчетов постав для второго прохода на распиловку среднего бруса будет иметь следующий вид:

$$\frac{150}{3} - \frac{40}{2} - \frac{25}{2}.$$

Охват постава на распиловку среднего бруса составляет  $1,06d$ .

**Второй проход. Распиловка бокового бруса (сегмента).**

Величину внутренних пропиленных пластей боковых брусьев в вершинном торце (см. рис. 10, в)  $B_{\text{вн.бок.}}$  вычисляют по формуле

$$B_{\text{вн.бок.}} = \sqrt{d^2 - (E_{\text{ср.бр}} + 2t)^2} = 557,18 \text{ мм.}$$

Величину наружных пропиленных пластей боковых брусьев в вершинном торце  $B_{\text{нар.бок.}}$  вычисляют следующим образом:

$$B_{\text{нар.бок.}} = \sqrt{d^2 - [E_{\text{ср.бр}} + 2(t + H_{125} + y_{125})]^2} = 402,19 \text{ мм.}$$

В пределах пропиленных наружных пластей бокового бруса можно выпиливать доски любых (*желательно толстых!*) спецификационных толщин. Пусть подобранный нами постав для распиловки этой зоны будет иметь вид

$$\frac{100}{4}.$$

Величина предельного охвата поставом бокового бруса (или сегмента) будет определена из условия, что  $b_{\min} = 77,3$  мм, а  $l_{\min} = 1,0$  м.

$$E_{\text{пред(с)к}} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - (2b_{\min} + A)^2},$$

$$E_{\text{пред(с)к}} = \sqrt{(638 - 11,6 \cdot 1,0)^2 - (2 \cdot 77,3 + 161,1)^2} = 541,03 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пред(с)к}} = 270,51$  мм.

Определим величину расстояния от центра постава до внутренней пласти раскраиваемой зоны бокового бруса т. е. до доски № 2

$$C_2 = t / 2 + 2(H_{100} + y_{100} + t) = 1,8 + 2(100 + 2,8 + 3,6) = 214,6 \text{ мм}.$$

Ширину оставшейся зоны бокового бруса для полупостава можно определить из разности между значениями  $e_{\text{пред(с)}}$  и  $C_2$ .

$$P = e_{\text{пред(с)}} - C_2 = 55,91 \text{ мм}.$$

При выпиливании из этой зоны двух досок толщина каждой могла бы быть  $(55,91 - 3,6)/2 \approx 26$  мм., или по стандарту 25 мм. Из теории раскря пиловочного сырья известно, что постав рационален тогда, когда толщина выпиливаемых пиломатериалов уменьшается к периферии, а по краям стоят тонкие доски, поэтому в оставшейся зоне бокового бруса будем выпиливать две доски,  $a_2 = 32$  мм и  $a_1 = 19$  мм. (т. е. сырые  $33 + 3,6 + 19,6 = 56,2$  мм).

Таким образом, постав на распиловку двух боковых симметричных брусев на втором проходе может иметь вид

$$2\left(\frac{100}{4} - \frac{32}{2} - \frac{19}{2}\right).$$

Охват каждого бокового бруса поставом  $0,93d$ .

Используя **аналитический способ**, рассмотрим последовательность расчетов по определению оптимальных ширин и длин пиломатериалов, выпиливаемых в примере 5.

Величину пифагорической зоны  $E_{\text{пиф.}}$  для распиловки бревна на **первом проходе** вычислим по формуле

$$E_{\text{пиф.п}} = \sqrt{1,5d^2 - 0,5D^2} = d\sqrt{0,5(3 - K^2)} = 580\sqrt{0,5(3 - 1,1^2)} = 548,7 \text{ мм},$$

или для полупостава  $e_{\text{пиф.п.}} = E_{\text{пиф.п.}} / 2 = 274,35$  мм.

Величину предельного охвата бревна поставом при распиловке на **первом проходе** вычислим из условия, что  $b_{\min} = 75$  мм (или 77,3 мм с учетом усушки по ширине доски), а  $l_{\min} = 1,0$  м

$$E_{\text{пред.к}} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - b_{\min}^2} = \sqrt{(638 - 11,6 \cdot 1)^2 - 77,3^2} = 621,6 \text{ мм},$$

для полупостава  $e_{\text{пред.к}} = E_{\text{пред.к}} / 2 = 310,8$  мм.

**Определение размеров** досок (ширины и длины) будем вести **от центра постава к периферии**.

Для **первого прохода** (см. рис. 10, а) вычислим расстояние от центра торца бревна **до наружной** пласти доски № 3 (т. е. полуохват).

$$e_3 = (H_{150} + y_{150})/2 + t + H_{125} + y_{125} + t + a_3 + y_3 = \\ = (150 + 3,9)/2 + 3,6 + 125 + 3,4 + 3,6 + 32 + 1,0 = 245,55 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 3 будет

$$E_3 = 2e_3 = 491,1 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п}} = 548,7 \text{ мм} > E_3 = 491,1 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 3 находятся в пифагорической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна длине бревна, т. е.  $l_3 = 5 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина сырых досок № 3 будет определена по теореме Пифагора

$$b_3 = \sqrt{d^2 - E_3^2} = \sqrt{580^2 - 491,1^2} = 308,58 \text{ мм.}$$

Полученную сырую доску шириной  $b_3 = 308,58 \text{ мм}$  можно разделить по ширине, например, на две доски с номинальной шириной 150 мм.

Определим расстояние от центра торца бревна до наружной пласти досок № 2

$$e_2 = e_3 + t + a_2 + y_2 = 245,55 + 3,6 + 25 + 0,8 = 274,95 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 2 будет

$$E_2 = 2e_2 = 549,9 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п}} = 548,7 \text{ мм} < E_2 = 549,9 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 2 находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_2 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_2^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{638^2 - 549,9^2}{638^2 - 580^2} = 4,94 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_2 = 5,0 \text{ м}$ .

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_2 = \sqrt{\frac{D^2 - E_2^2}{3}} = \sqrt{\frac{638^2 - 549,9^2}{3}} = 186,8 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски  $b_2 = 175 \text{ мм}$ .

Определим расстояние от центра торца бревна до наружной пласти досок № 1

$$e_1 = e_2 + t + a_1 + y_1 = 274,95 + 3,6 + 25 + 0,8 = 304,35 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 608,7 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п}} = 548,7 \text{ мм} < E_1 = 608,7 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{638^2 - 608,7^2}{638^2 - 580^2} = 1,72 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_1 = 1,75$  м.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{638^2 - 608,7^2}{3}} = 110,34 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски  $b_1 = 100$  мм.

**Второй проход.** Определение оптимальных размеров пиломатериалов, выпиленных из *среднего бруса*.

Величина пропиленной пласти среднего бруса  $B_{\text{ср.бр}} = 559,21$  мм.

Пиломатериалы, выпиленные в зоне пропиленной пласти среднего бруса (см. рис. 10, б), будут иметь ширину, равную толщине бруса, а длину, равную его длине.

За пределом пропиленных пластей среднего бруса выпиливаем одну пару досок № 1. Определим расстояние от центра постава до наружной пласти этой доски

$$e_1 = (H_{150} + y_{150})/2 + t + H_{150} + y_{150} + t + a_{40} + y_{40} + t + a_{25} + y_{25} = \\ = (150 + 3,9)/2 + 3,6 + 150 + 3,9 + 3,6 + 40 + 1,2 + 3,6 + 25 + 0,8 = 308,65 \text{ мм.}$$

Величина полного охвата наружных пластей досок № 1 будет

$$E_1 = 2e_1 = 617,3 \text{ мм.}$$

Сравним  $E_{\text{пиф.п}} = 548,7$  мм <  $E_1 = 617,3$  мм. Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне.

Оптимальная длина этих досок будет равна

$$l_1 = \frac{2}{3} L \frac{D^2 - E_1^2}{D^2 - d^2} = \frac{2}{3} 5 \frac{638^2 - 617,3^2}{638^2 - 580^2} = 1,23 \text{ м.}$$

Принимаем длину доски по стандарту  $l_1 = 1,25$  м.

Оптимальная ширина этих досок будет равна

$$b_1 = \sqrt{\frac{D^2 - E_1^2}{3}} = \sqrt{\frac{638^2 - 617,3^2}{3}} = 93,06 \text{ мм.}$$

Ближайшая по стандарту ширина доски  $b_1 = 100$  мм.

**Второй проход. Распиловка боковых брусьев (сегментов).**

Как отмечалось выше, расчет оптимальных размеров досок, выпиленных в этом случае, относится к распиловке бокового бруса (сегмента), а поэтому несколько отличается от расчетов при распиловке срединного бруса.

Следует отметить, что доски, выпиленные в зоне наружных пропиленных пластей бокового бруса (см. рис. 10, в), будут иметь ширину, равную толщине исходного бруса, а длину, равную длине этого бруса.

Наружные пласти досок, которые выпиливают за пределом меньшей (т.е. наружной) пропиленной пласти бокового бруса, могут находиться в пифагорической или параболической зоне бокового бруса (или сегмента).



Вычислим величину предельного охвата поставом бокового бруса (сегмента) и величину пифагорической зоны

$$E_{\text{пред(с)к}} = \sqrt{(D - cl_{\min})^2 - (2b_{\min} + A)^2} =$$

$$= \sqrt{(638 - 11,6 \cdot 1,0)^2 - (2 \cdot 77,3 + 161,1)^2} = 541,03 \text{ мм.}$$

$$E_{\text{пиф.(с)п}} = \sqrt{0,5 \left\{ (3d^2 - D^2) - \left[ A^2 + A\sqrt{2(D^2 - d^2)} + A^2 \right] \right\}} =$$

$$= \sqrt{0,5 \left\{ (3 \cdot 580^2 - 638^2) - \left[ 161,1^2 + 161,1\sqrt{2(638^2 - 580^2)} + 161,1^2 \right] \right\}} = 505,13 \text{ мм.}$$

Определим расстояние от центра постава до наружной пласти доски № 2

$$e_2 = t/2 + 2(H_{100} + y_{100} + t) + a_{32} + y_{32} =$$

$$= 1,8 + 2(100 + 2,8 + 3,6) + 32 + 1,0 = 247,6 \text{ мм.}$$

Полный охват поставом наружных пластей досок № 2 составляет

$$E_2 = 2 e_2 = 495,2 \text{ мм.}$$

Сравниваем  $E_{\text{пиф.(с)п}} = 505,13 \text{ мм} > E_2 = 495,2 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 2 находятся в пифагорической зоне сегмента, поэтому их длина будет равна длине бруса, а оптимальную ширину следует вычислять по формуле  $b_{\text{опт(с)i}} = \sqrt{r^2 - e_i^2} - C$ .

$$b_{\text{опт(с)2}} = \sqrt{290^2 - 247,6^2} - 161,1/2 = 70,43 \text{ мм.}$$

Определим расстояние от центра постава до наружной пласти доски № 1 (см. рис. 10, в).

$$e_1 = e_2 + t + a_{19} + y_{19} = 247,6 + 3,6 + 19 + 0,6 = 270,8 \text{ мм.}$$

Полный охват наружных симметричных пластей досок № 1 поставом  $E_1 = 2e_1 = 541,6 \text{ мм}$ .

Сравниваем  $E_{\text{пиф(с)п}} = 505,13 \text{ мм} < E_1 = 541,6 \text{ мм}$ . Делаем вывод, что наружные пласти досок № 1 находятся в параболической зоне сегмента, поэтому оптимальную длину таких досок вычислим по формуле

$$l_{\text{опт(с)1}} = \frac{2L}{9(R^2 - r^2)} \left\{ 3(R^2 - e_1^2) - \left[ C^2 + C\sqrt{3(R^2 - e_1^2)} + C^2 \right] \right\} =$$

$$= \frac{2 \cdot 5}{9(319^2 - 290^2)} \left\{ 3(319^2 - 270,8^2) - \left[ 80,55^2 + 80,55\sqrt{3(319^2 - 270,8^2)} + 80,55^2 \right] \right\} = 3,42 \text{ м.}$$

Ближайший стандартный размер длины доски № 1 – 3,5 м.

Оптимальную ширину досок № 1 вычислим по формуле

$$b_{\text{опт(с)1}} = \frac{\sqrt{3(R^2 - e_1^2)} + C^2 - 2C}{3} =$$

$$= [\sqrt{3(319^2 - 270,8^2)} + (161,1/2)^2 - 161,1]/3 = 47,28 \text{ мм.}$$

Полученная по расчетам величина оптимальной ширины доски № 1, выпиленной из параболической зоны сегмента, составляет  $b_{\text{опт(с)l}} = 47,28$  мм, что значительно меньше минимальной стандартной ширины доски, равной 75 мм.

*Сравнивая величины  $E_1 = 541,6$  мм и  $E_{\text{пред(с)к}} = 541,03$  мм уточняем, что доски № 1 могут иметь минимальные размеры по стандарту, т.е.  $b_1 = 75$  мм, и  $l_1 = 1,0$  м, но в этом случае их объем будет несколько меньше.*

Таким образом, в **примере № 5** при распиловке бревна на три бруса были выпилены обрезные доски следующих размеров и объемов:

1 -й проход

- пара досок № 3 -  $2 \times 0,032 \times 2 \times 0,150 \times 5,0 = 0,096 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 2 -  $2 \times 0,025 \times 0,175 \times 5,0 = 0,04375 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 1 -  $2 \times 0,025 \times 0,100 \times 1,75 = 0,00875 \text{ м}^3$ ;

2 -й проход, распиловка среднего бруса

- три бруса в "постели" бруса  $3 \times 0,150 \times 0,150 \times 5,0 = 0,3375 \text{ м}^3$ ;
- две доски в "постели" бруса  $2 \times 0,040 \times 0,150 \times 5,0 = 0,06 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 1 -  $2 \times 0,025 \times 0,100 \times 1,25 = 0,00625 \text{ м}^3$ .

2 -й проход, распиловка бокового бруса

- четыре бруса в "постели" бруса  $2(4 \times 0,100 \times 0,125 \times 5,0) = 0,50 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 2 -  $2(2 \times 0,032 \times 0,075 \times 5,0) = 0,048 \text{ м}^3$ ;
- пара досок № 1 -  $2(2 \times 0,019 \times 0,075 \times 1,0) = 0,0057 \text{ м}^3$ .

Всего  $1,10595 \text{ м}^3$ .

Выход обрезных пиломатериалов из объема распиленного бревна составляет

1 -й проход

- пара досок № 3 -  $0,096 / 1,57 \times 100 \% = 6,115 \%$ ;
- пара досок № 2 -  $0,04375 / 1,57 \times 100 \% = 2,79 \%$ ;
- пара досок № 1 -  $0,00875 / 1,57 \times 100 \% = 0,56 \%$ ;

2 -й проход, распиловка среднего бруса

- три бруса в "постели" бруса  $0,3375 / 1,57 \times 100 \% = 21,495 \%$ ;
- две доски в "постели" бруса  $0,06 / 1,57 \times 100 \% = 3,82 \%$ ;
- пара досок № 1 -  $0,00625 / 1,57 \times 100 \% = 0,40 \%$ .

2 -й проход, распиловка бокового бруса

- четыре бруса в "постели" бруса  $0,50 / 1,57 \times 100 \% = 31,84 \%$ ;
- пара досок № 2 -  $0,048 / 1,57 \times 100 \% = 3,06 \%$ ;
- пара досок № 1 -  $0,0057 / 1,57 \times 100 \% = 0,36 \%$ .

Всего  $1,10595 / 1,57 \times 100 \% = 70,44 \%$ .

Графические приемы определения оптимальных размеров досок, выпиляемых в пифагорической и параболической зонах на первом проходе и из срединного бруса, достаточно подробно описаны в примерах, приведенных выше, и здесь не повторяются.

Для **примера 5** представляют значительный интерес графические способы определения оптимальных размеров досок, выпиленных из **бокового бруса** (сегмента).

Покажем порядок расчета размеров таких досок с помощью графического способа.

**Определение величины  $E_{\text{пиф(с)}}$ .** Напомним, что график рис. 8 позволяет определять  $E_{\text{пиф(с)п}}$ , не прибегая к формулам.

Вычислим величину отношения  $\gamma = A/d = 161,1/580 \approx 0,277$ , т.е.  $A \approx 0,277d$ . Далее на горизонтальной оси графика (см. рис. 8) находим точку со значением  $\gamma = A/d \approx 0,277$  и от нее поднимаемся по вертикали вверх до пересечения с кривой  $K = 1,1$ . От полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью. На вертикальной оси в точке пересечения считываем значение  $E_{\text{пиф(с)п}}/d \approx 0,87$ . Это значит, что  $E_{\text{пиф(с)п}} \approx 0,87 d$ , т. е.  $E_{\text{пиф(с)п}} \approx 0,87 \cdot 580 \approx 505$  мм.

Для графического определения величины  $E_{\text{пиф(с)п}}$  по графику-квадранту (см. рис. 2, приложение) необходимо предварительно найти величину  $K_{\text{расч(с)}}$ . Значение  $K_{\text{расч(с)}}$  определяют по графику (см. рис. 9) с помощью величины  $K$  (коэффициента сбегу распиливаемого бревна) и отношения  $\gamma = A/d$ , где  $A$  - расстояние между внутренними пластами боковых брусьев (или сегментов). На горизонтальной оси графика (см. рис. 9) откладывают значение величины отношения  $\gamma = A/d = 161,1/580 \approx 0,277$  и поднимаются от него до пересечения с кривой  $K = 1,1$ . От полученной точки пересечения перемещаются по горизонтали влево до пересечения с вертикальной осью, где и находят значение  $K_{\text{расч(с)}} \approx 1,215$ .

Определяют  $E_{\text{пиф(с)п}}$  в следующем порядке. На графике-квадранте (рис. 2, приложение) находят точку пересечения линии расчетного коэффициента сбегу сегмента  $K_{\text{расч(с)}} \approx 1,215$  и дуги диаметра бревна  $d = 58$  см. От полученной точки пересечения опускаются по вертикали на горизонтальную шкалу № 1, где считывают значение величины  $E_{\text{пиф(с)п}} \approx 505$  мм.

**Определение величины  $E_{\text{пред(с)}}$ .**

Для заданных ограничений (например,  $b_{\text{min}} = 77,3$  мм и  $l_{\text{min}} = 1,0$  м) определим величину расчетного диаметра бревна  $d_p$

$$d_p = D - cl_{\text{min}} = 63,8 - 1,16 \cdot 1,0 = 62,64 \text{ см.}$$

Начиная от  $d_p$  и до  $D$  выпиленные из бокового бруса (или сегмента) доски будут иметь заданную минимальную длину.

Суммарная минимальная ширина двух  $S$  сырых досок, выпиленных из симметричных боковых брусьев, и величины расстояния между их внутренними пластами  $A$  будет определена следующим образом:

$$S = 2b_{\text{min}} + A = 2 \cdot 77,3 + 161,1 = 315,7 \text{ мм.}$$

Величину  $E_{\text{пред(с)}}$  определим с помощью графика-квадранта (рис. 2, приложение).

На вертикальной левой шкале графика-квадранта откладывают величину  $S = 315,7$  мм и от нее смещаются по горизонтали вправо до пересечения с дугой расчетного диаметра  $d = 62,64$  см. От полученной точки пересечения опускаются по вертикали вниз до пересечения с горизонтальной шкалой № 1, где и считывают значение величины  $E_{\text{пред(с)}} \approx 541$  мм.

Наружные пласти досок, выпиливаемых за пределом внешних пропиленных пластей бруса, могут находиться в пифагорической или параболической зоне бокового бруса (сегмента). Для определения их возможного нахождения необходимо рассчитать расстояние от центра вершинного торца бревна (т. е. от центра постава) до наружных пластей этих досок.

Как было определено выше, расстояние от центра постава до наружной пласти доски № 2  $e_2 = 247,6$  мм. Полный охват наружных симметричных пластей досок № 2 составил  $E_2 = 2e_2 = 495,2$  мм.

Расстояние от центра постава до наружной пласти доски № 1 будет  $e_1 = 270,8$  мм. Полный охват наружных симметричных пластей досок № 1 составит  $E_1 = 2e_1 = 541,6$  мм.

Сравним  $E_{\text{пиф(с)}} \approx 505$  мм  $> E_2 = 495,2$  мм. Делаем вывод, что наружные пласти выпиливаемых досок № 2 находятся в пифагорической зоне бокового бруса (сегмента), поэтому оптимальная длина таких досок равна длине исходного бруса.

Для определения оптимальной ширины доски № 2 на горизонтальной шкале № 1 графика-квадранта (рис. 2, приложение) откладывают значение  $e_2 = 247,6$  мм и поднимаются от него по вертикали вверх до пересечения с дугой  $r = 29$  см. От полученной точки пересечения смещаются по горизонтали влево до пересечения с вертикальной шкалой, на которой считывают значение  $b_{\text{опт(с)2}} + A/2 \approx 151$  мм. Откуда  $b_{\text{опт(с)2}} = 151 - 161,1/2 \approx 70,45$  мм.

Сравним  $E_{\text{пиф(с)}} \approx 505$  мм  $< E_1 = 541,6$  мм. Делаем вывод, что наружные пласти выпиливаемых досок № 1 находятся в параболической зоне.

Напоминаем, что для определения оптимальной ширины досок, выпиливаемых из параболической зоны бокового бруса (или сегмента), на графике-квадранте нанесена группа параллельных прямых, идущих слева вверх направо, построенная для различных значений  $C = A/2$ . Значение  $b_{\text{опт(с)}}$  в мм отложено **на горизонтальной шкале № 2** графика-квадранта (см. рис. 2, приложение).

Для определения оптимальной ширины доски № 1, выпиливаемой из параболической зоны бокового бруса (сегмента), на горизонтальной шкале № 1 находим точку со значением  $e_1 = 270,8$  мм и от нее поднимаемся вверх по вертикали до пересечения с дугой радиуса **комлевого** торца бревна  $R = 31,9$  см. Из полученной точки пересечения смещаемся по горизонтали влево до пересечения с наклонной прямой, имеющей значение  $A/2 = C = 80,55$  мм. От точки пересечения опускаемся по вертикали вниз на **горизонтальную шкалу № 2**, где считываем оптимальное значение ширины сырой выпиливаемой доски  $b_{\text{опт(с)1}} \approx 47$  мм.

Хотя ближайший размер ширины доски по стандарту 75 мм, определим оптимальную длину выпиливаемой доски шириной 47 мм. Для этого найдем расчетный радиус торцевого сечения, на котором возможно получение досок шириной 47 мм.

На горизонтальной шкале № 1 (см. рис. 2, приложение) находим точку со значением  $e_1 = 270,8$  мм, а на вертикальной шкале слева точку, соответствующую  $b = b_{\text{опт(с)1}} + A/2 = 47 + 80,55 = 127,55$  мм. Из этих точек проводим перпендикуляры к шкалам. Точка пересечения перпендикуляров укажет на искомый расчетный радиус  $r_p \approx 29,9$  см.

Тогда

$$l_{\text{опт(с)1}} = \frac{R^2 - r_p^2}{R^2 - r^2} L = \frac{31,9^2 - 29,9^2}{31,9^2 - 29^2} 5 = 3,4 \text{ м.}$$

Полученные оптимальные размеры доски № 1 значительно отличаются от минимальных стандартных. Определим длину этой доски при ее ширине, равной 75 мм.

На горизонтальной шкале № 1 (рис. 2, приложение) находим точку со значением  $e_1 = 270,8$  мм, а на вертикальной шкале слева точку, соответствующую  $b = b_{\text{опт(с)1}} + A/2 = 77,3 + 80,55 = 157,85$  мм. Из этих точек проводим перпендикуляры к шкалам. Точка пересечения перпендикуляров укажет на искомый расчетный радиус  $r_p \approx 31,3$  см.

Тогда

$$l_{\text{опт(с)1}} = \frac{R^2 - r_p^2}{R^2 - r^2} L = \frac{31,9^2 - 31,3^2}{31,9^2 - 29^2} 5 = 1,0 \text{ м.}$$

Составленные и рассчитанные поставка принято оформлять в виде ведомости (табл. 5), что позволяет анализировать этот процесс с целью получения наибольшего расчетного выхода специфицированных пиломатериалов и обоснованно работать с планом раскроя.

Следует отметить, что на практике фактический объемный выход пиломатериалов будет отличаться от расчетного на 1,5...3 %, так как окажут влияние несовпадение действительной формы бревен с принятой при расчете поставов, неточность при базировании и распиловке бревна, рассеяние ширин досок, потери на участке обрезки и торцовки досок, состояние распиловочного оборудования и инструмента, квалификация рабочего персонала и другие факторы.

Вместе с тем, *отмеченная связь между расчетным и фактическим выходом пиломатериалов указывает на необходимость определения оптимальных условий раскроя сырья, обеспечивающих наибольший расчетный, следовательно, и наибольший фактический выход пиломатериалов.*

Таблица 5 - Ведомость расчета поставов

№ постава	Толщина, мм	Количество	Расход ширины постава, мм	Расстояние от центра бревна до наружной пласти доски, мм $e_i$	Ширина доски, мм		Длина доски, м		Объемный выход пиломатериалов		Охват поставом			
					$b_{\text{опт}}$	$b_{\text{ст}}$	$L_{\text{опт}}$	$L_{\text{ст}}$	м <sup>3</sup>	%				
1	$d = 20 \text{ см}; K = 1,2; D = 24 \text{ см}; L = 4 \text{ м}; c = 1 \text{ см/м}; q = 0,147 \text{ м}^3;$ $t = 3,4 \text{ мм}; W = 15\%; e_{\text{пиф}} = 88,3 \text{ мм}; e_{\text{перед}} = 108,2 \text{ мм}$													
вразвал	44	2	47,5	47,5	176,0	175		4,0	0,0616	41,90	1,00 $d$			
	25	2	29,5	77,0	127,6	125		4,0	0,025	17,00				
	19	2	23,2	100,2	76,2		2,64	2,5	0,007125	4,85				
Итого									0,093725	63,75				
№ постава	Толщина доски, мм	Количество досок	Толщина доски с усушкой, мм	Расстояние между пластами досок, мм		Ширина необрезной доски на середине ее длины, мм				Длина доски, м		Объемный выход пиломатериалов		Охват поставом
				внутр. $E_{\text{вн}}$	наружн. $E_{\text{нар}}$	внутр. пласть $B_{\text{вн}}$	наружн. пласть $B_{\text{нар}}$	средн. значение $B_{\text{ср}}$	по станд.	$L_{\text{опт}}$	$L_{\text{ст}}$	м <sup>3</sup>	%	
2	$d = 20 \text{ см}; K = 1,2; D = 24 \text{ см}; L = 4 \text{ м}; c = 1 \text{ см/м}; q = 0,147 \text{ м}^3; t = 3,4 \text{ мм}; W = 15\%; E_{\text{кр(н)}} = 193,1 \text{ мм}$													
Вразвал	44	2	45,8	3,4	95,0	219,9	198,4	209,2	200		4,0	0,0704	47,90	1,00 $d$
	25	2	26,1	101,8	154,0	193,2	157,1	175,1	175		4,0	0,035	23,80	
	19	2	19,8	160,8	200,4	155,6	99,5	127,5	125	3,3	3,25	0,0154375	10,50	
		Итого										0,1208375	82,20	

Продолжение табл. 5

3	$d = 26 \text{ см}; K = 1,2; D = 31,2 \text{ см}; L = 5 \text{ м}; c = 1,04 \text{ см/м}; q = 0,32 \text{ м}^3;$ $t = 3,4 \text{ мм}; W = 15\%; e_{\text{пиф}} = 114,8 \text{ мм}; e_{\text{пред}} = 145,6 \text{ мм}$											
1 пр.	175	1	180,9	90,45	186,7							1,10 $d$
	25	2	29,5	119,95	115,2	125	4,46	3,75	0,0234375	7,32		
	19	2	23,2	143,15	71,6	75	1,72	1,5	0,004275	1,34		
2 пр.	75	1	78,0	39,0		175		5,0	0,065625	20,51		0,95 $d$
	50	2	55,4	94,4		175		5,0	0,0875	27,34		
	25	2	29,5	123,9	109,4	100	4,03	4,25	0,02125	6,64		
Итого									0,2020875	63,15		

54

№ постава	Толщина, мм	Количес- тво	Расход ширины поставы, мм	Расстояние от центра бревна до наружной пласти доски, мм $e_i$	Ширина доски, мм		Длина доски, м		Объемный выход пиломатериалов		Охват поставом
					$b_{\text{опт}}$	$b_{\text{ст}}$	$L_{\text{опт}}$	$L_{\text{ст}}$	$\text{м}^3$	%	
4	$d = 58 \text{ см}; K = 1,1; D = 63,8 \text{ см}; L = 5 \text{ м}; c = 1,16 \text{ см/м}; q = 1,57 \text{ м}^3;$ $t = 3,6 \text{ мм}; W = 20\%; e_{\text{пиф}} = 274,3 \text{ мм}; e_{\text{пред}} = 310,8 \text{ мм}$										
1 пр.	200	2	206,7	206,7	406,8						1,04 $d$
	32	2	36,6	243,3	315,6	2 x 150		5,0	0,096	6,11	
	25	2	29,4	272,7	197,3	200		5,0	0,05	3,19	
	25	2	29,4	302,1	118,3	125	1,98	2,0	0,0125	0,80	
$e_{\text{пиф(с)}} = 274,0 \text{ мм}; e_{\text{пред(с)}} = 303,0 \text{ мм};$ $A = t = 3,6 \text{ мм (расстояние между внутренними пластинами боковых брусьев)}$											
2 пр.	75	2 x 1	77,3	38,65		200		5,0	0,15	9,55	1,00 $d$
	75	2 x 2	80,9	119,55		200		5,0	0,3	19,10	
	40	2 x 2	44,8	164,35		200		5,0	0,16	10,19	
	40	2 x 2	44,8	209,15		200		5,0	0,16	10,19	
	40	2 x 2	44,8	253,95	138,2	125		5,0	0,1	6,37	
	32	2 x 2	36,6	290,55	74,2	75	3,24	3,25	0,0312	1,99	
Итого									1,0597	67,49	

Окончание табл. 5

№ постава	Толщина, мм	Количество	Расход ширины постава, мм	Расстояние от центра бревна до наружной пласти доски, мм $e_i$	Ширина доски, мм		Длина доски, м		Объемный выход пиломатериалов		Охват поставом
					$b_{\text{опт}}$	$b_{\text{ст}}$	$L_{\text{опт}}$	$L_{\text{ст}}$	м <sup>3</sup>	%	
5	$d = 58 \text{ см}; K = 1,1; D = 63,8 \text{ см}; L = 5 \text{ м}; c = 1,16 \text{ см/м}; q = 1,57 \text{ м}^3;$ $t = 3,6 \text{ мм}; W = 20\%; e_{\text{пиф}} = 274,3 \text{ мм}; e_{\text{перед}} = 310,8 \text{ мм}$										
1 пр.	150	1	153,9	76,95	559,2						1,05 $d$
	125	2	132,0	208,95	402,2						
	32	2	36,6	245,55	308,6	2 x 150		5,0	0,096	6,115	
	25	2	29,4	274,95	186,8	175	4,94	5,0	0,04375	2,79	
	25	2	29,4	304,35	110,3	100	1,72	1,75	0,00875	0,56	
2 пр. брус 150	150	1	153,9	76,95		150		5,0	0,1125	7,165	1,06 $d$
	150	2	157,5	234,45		150		5,0	0,225	14,33	
	40	2	44,8	279,25		150		5,0	0,06	3,82	
	25	2	29,4	308,65	93,1	100	1,23	1,25	0,00625	0,40	
$e_{\text{пиф(с)}} = 252,5 \text{ мм}; e_{\text{перед(с)}} = 272,1 \text{ мм};$ $A = 161,1 \text{ мм (расстояние между внутренними пластиами боковых брусьев)}$											
2 пр. боковой брус 125	100	2 x 2	104,6	104,6		125		5,0	0,25	15,92	0,93 $d$
	100	2 x 2	106,4	211,0		125		5,0	0,25	15,92	
	32	2 x 2	36,6	247,6	70,4	75		5,0	0,048	3,06	
	19	2 x 2	23,2	270,8	47,0	75	3,42	1,0	0,0057	0,36	
	Итого								1,10595	70,44	



## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Уласовец В.Г. Организация и технология лесопильного производства: учеб. пособие для вузов. - Екатеринбург: УГЛТА, 2001.-294 с.
2. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2002.-510 с.
3. Анучин Н.П. Лесная таксация. - М.: Лесн. пром-сть, 1982. - 530 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - *Величины усушки* пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты для конечной влажности от 5 до 37 %, мм

Номинальная толщина и ширина, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	5 -7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	35-37
13	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1
16	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
19	1,1	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
22	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,2
25	1,4	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,2
32	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,2
40	2,1	2,0	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	0,2
44	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	0,3
50	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	0,3
60	3,0	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	0,4
70	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,1	1,8	0,4
75	3,7	3,5	3,3	3,0	2,6	2,3	2,0	0,5
80	3,9	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	0,5
90	4,4	4,2	3,9	3,6	3,2	2,7	2,3	0,5
100	4,8	4,6	4,2	3,7	3,4	2,8	2,4	0,6
110	5,3	5,0	4,6	4,0	3,5	3,0	2,6	0,7
125	6,0	5,6	5,1	4,7	4,0	3,4	3,0	0,8
140	6,7	6,4	5,8	5,0	4,5	3,8	3,3	0,8
150	7,1	6,7	5,9	5,2	4,6	3,9	3,3	0,8
160	7,6	7,1	6,2	5,3	4,7	4,1	3,5	0,8
170	8,1	7,6	6,7	5,7	5,0	4,4	3,7	0,9
175	8,3	7,8	6,8	5,9	5,1	4,4	3,7	0,9
180	8,5	8,0	7,0	6,1	5,2	4,4	3,8	0,9
190	9,0	8,4	7,3	6,4	5,5	4,7	4,0	0,9
200	9,4	8,9	7,8	6,7	5,8	4,9	4,2	1,0
210	9,9	9,2	8,1	7,1	6,1	5,2	4,4	1,0
220	10,4	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	1,1
225	10,7	9,9	8,8	7,6	6,6	5,6	4,7	1,1
240	11,3	10,5	9,3	8,1	7,0	5,9	5,0	1,2
250	11,8	10,9	9,7	8,4	7,3	6,2	5,3	1,2
275	12,9	11,7	10,3	8,7	7,7	6,6	5,5	1,4
300	14,1	12,6	10,9	9,3	8,2	7,1	6,0	1,5

Таблица 2 - *Величины усушки* пилопродукции смешанной распиловки из древесины лиственницы для конечной влажности от 5 до 37 %, мм

Номинальная толщина и ширина, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	35-37
13	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	0,1
16	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,1
19	1,4	1,3	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,1
22	1,6	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,3
25	1,8	1,6	1,4	1,4	1,2	1,0	0,9	0,3
32	2,2	2,1	1,8	1,7	1,4	1,3	1,0	0,3
40	2,7	2,6	2,2	2,1	1,8	1,6	1,3	0,3
44	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6	0,4
50	3,3	3,1	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	0,4
60	3,9	3,6	3,4	3,1	2,7	2,3	2,1	0,5
70	4,5	4,2	3,9	3,6	3,3	2,7	2,3	0,5
75	4,8	4,6	4,3	3,9	3,4	3,0	2,6	0,7
80	5,1	4,8	4,6	4,2	3,6	3,1	2,7	0,7
90	5,7	5,5	5,1	4,7	4,2	3,5	3,0	0,7
100	6,3	6,0	5,5	4,8	4,4	3,6	3,1	0,8
110	6,9	6,5	6,0	5,2	4,6	3,9	3,4	0,9
120	7,5	7,0	6,6	5,7	4,9	4,3	3,8	0,9
125	7,8	7,3	6,6	6,1	5,2	4,4	3,9	1,0
140	8,7	8,3	7,5	6,5	5,9	4,9	4,3	1,0
150	9,3	8,6	7,7	6,8	6,0	5,1	4,3	1,0
160	9,9	9,0	8,1	6,9	6,1	5,3	4,6	1,0
170	10,5	9,9	8,7	7,4	6,5	5,7	4,8	1,2
175	10,8	10,1	8,9	7,6	6,6	5,7	4,8	1,2
180	11,1	10,4	9,1	7,9	6,8	5,7	4,9	1,2
190	11,7	10,9	9,5	8,3	7,2	6,1	5,2	1,2
200	12,3	11,6	10,1	8,7	7,5	6,4	5,5	1,3
210	12,9	12,0	10,5	9,2	7,9	6,8	5,7	1,3
220	13,5	12,6	11,1	9,6	8,3	7,0	6,0	1,4
225	13,8	12,8	11,3	9,8	8,5	7,2	6,1	1,4
240	14,7	13,7	12,1	10,5	9,1	7,7	6,5	1,6
250	15,3	14,2	12,6	10,9	9,5	8,1	7,0	1,6
275	16,8	15,2	13,4	11,3	10,0	8,6	7,2	1,8
300	18,3	16,4	14,2	12,1	10,7	9,2	7,8	2,0

Таблица 3 - *Величины усушки* пилопродукции тангентальной распиловки (для тангентальных поверхностей) из древесины дуба, березы, клена, ясеня, ольхи, осины и тополя для конечной влажности от 5 до 34 %, мм

Номинальная толщина и ширина, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	32-34
16	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,1
19	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,1
22	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,6	0,1
25	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,1
32	2,3	2,1	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9	0,2
40	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,2
45	3,3	2,9	2,6	2,3	1,9	1,5	1,3	0,2
50	3,6	3,2	2,9	2,5	2,1	1,8	1,4	0,2
60	4,4	3,9	3,5	3,0	2,6	2,1	1,6	0,3
70	5,1	4,5	4,0	3,5	2,9	2,5	1,8	0,4
80	5,8	5,2	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2	0,4
90	6,5	5,8	5,2	4,5	3,8	3,1	2,5	0,5
100	7,3	6,4	5,7	5,0	4,3	3,5	2,8	0,5
110	8,0	7,0	6,3	5,5	4,7	3,8	3,0	0,6
120	8,7	7,7	6,9	6,0	5,1	4,0	3,3	0,6
130	9,4	8,4	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	0,7
140	10,2	9,0	8,0	7,0	6,0	4,9	3,8	0,7
150	10,9	9,7	8,7	7,5	6,4	5,3	4,1	0,8
160	11,6	10,3	9,2	8,0	6,8	5,6	4,4	0,8
170	12,3	11,0	9,8	8,5	7,2	5,9	4,6	0,9
180	13,1	11,7	10,3	9,0	7,6	6,3	4,9	0,9
190	13,8	12,3	10,9	9,5	8,1	6,7	5,2	1,0
200	14,5	13,0	11,5	10,0	8,5	7,0	5,5	1,0
210	15,2	13,6	12,1	10,5	8,9	7,3	5,8	1,0
220	15,9	14,2	12,7	11,0	9,4	7,6	6,0	1,1
230	16,7	14,7	13,2	11,5	9,8	8,0	6,3	1,2
240	17,4	15,5	13,8	12,0	10,2	8,4	6,6	1,2
250	18,1	16,2	14,4	12,5	10,6	8,7	6,9	1,2
260	18,8	16,8	15,0	13,0	11,0	9,1	7,2	1,3
270	19,5	17,5	15,5	13,5	11,5	9,5	7,5	1,3
280	20,3	18,1	16,1	14,0	11,9	9,8	7,7	1,4
300	21,7	19,4	17,3	15,0	12,8	10,5	8,3	1,5

Таблица 4 - *Величины усушки* пилопродукции радиальной распиловки  
(для радиальных поверхностей) из древесины березы, граба, липы  
для конечной влажности от 5 до 34 %, мм

Номинальная толщина и ширина, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	32-34
16	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1
19	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
22	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,5	0,1
25	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	0,1
32	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,1
40	2,6	2,3	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,2
45	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,2
50	3,2	2,9	2,5	2,2	1,9	1,5	1,2	0,2
60	3,8	3,4	3,0	2,6	2,3	1,9	1,5	0,3
70	4,5	4,0	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	0,3
80	5,1	4,6	4,1	3,5	3,0	2,5	1,9	0,4
90	5,7	5,2	4,6	4,0	3,4	2,8	2,2	0,4
100	6,4	5,7	5,1	4,4	3,7	3,1	2,4	0,4
110	7,0	6,3	5,6	4,8	4,1	3,4	2,7	0,5
120	7,7	6,9	6,1	5,3	4,5	3,7	2,9	0,5
130	8,3	7,4	6,6	5,7	4,9	4,1	3,2	0,6
140	8,9	8,0	7,1	6,2	5,2	4,3	3,4	0,6
150	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6	3,6	0,7
160	10,2	9,2	8,1	7,0	6,0	4,9	3,9	0,7
170	10,9	9,7	8,6	7,5	6,4	5,2	4,1	0,8
180	11,5	10,3	9,1	7,9	6,8	5,6	4,4	0,8
190	12,1	10,9	9,6	8,4	7,1	5,9	4,6	0,8
200	12,8	11,4	10,1	8,8	7,5	6,2	4,8	0,9
210	13,4	12,0	10,6	9,2	7,9	6,5	5,1	0,9
220	14,0	12,6	11,1	9,7	8,2	6,8	5,3	1,0
230	14,7	13,2	11,6	10,1	8,6	7,1	5,6	1,0
240	15,3	13,7	12,2	10,6	9,0	7,4	5,8	1,1
250	16,0	14,3	12,7	11,0	9,4	7,7	6,1	1,1
260	16,6	14,9	13,2	11,4	9,7	8,0	6,3	1,1
270	17,2	15,5	13,7	10,1	8,3	6,5	4,8	1,2
280	17,9	16,0	14,2	12,3	10,5	8,6	6,8	1,2
300	19,1	17,2	15,2	13,2	11,2	9,2	7,3	1,3

Таблица 5 - Объем круглых лесоматериалов, м<sup>3</sup> (по ГОСТ 2708-75)

Диаметр, см	Д л и н а б р е в е н , м												
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
10	0,0082	0,012	0,017	0,022	0,026	0,031	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075	0,082
12	0,012	0,019	0,026	0,031	0,038	0,046	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,114
14	0,016	0,025	0,035	0,043	0,052	0,061	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135	0,150
16	0,021	0,033	0,044	0,056	0,069	0,082	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172	0,189
18	0,027	0,041	0,056	0,071	0,086	0,103	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,210	0,230
20	0,033	0,051	0,069	0,087	0,107	0,126	0,147	0,170	0,190	0,210	0,23	0,26	0,28
22	0,040	0,062	0,084	0,107	0,130	0,154	0,178	0,200	0,230	0,250	0,28	0,31	0,34
24	0,048	0,075	0,103	0,130	0,157	0,184	0,210	0,240	0,270	0,300	0,33	0,36	0,40
26	0,057	0,089	0,123	0,154	0,185	0,210	0,250	0,280	0,320	0,350	0,39	0,43	0,46
28	0,067	0,104	0,144	0,180	0,220	0,250	0,290	0,330	0,370	0,410	0,45	0,49	0,53
30	0,077	0,119	0,165	0,200	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61
32	0,087	0,135	0,190	0,230	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,70
34	0,100	0,150	0,210	0,260	0,32	0,37	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78
36	0,110	0,170	0,230	0,290	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80	0,88
38	0,120	0,190	0,260	0,320	0,39	0,46	0,53	0,60	0,67	0,74	0,82	0,90	0,97
40	0,14	0,21	0,280	0,36	0,43	0,50	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,99	1,07
42	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,90	1,00	1,08	1,18
44	0,16	0,25	0,34	0,43	0,52	0,61	0,70	0,80	0,89	0,99	1,09	1,20	1,30
46	0,18	0,27	0,37	0,47	0,57	0,67	0,77	0,87	0,98	1,08	1,19	1,30	1,41
48	0,19	0,30	0,41	0,51	0,62	0,73	0,84	0,95	1,06	1,18	1,30	1,41	1,54
50	0,21	0,32	0,44	0,56	0,67	0,79	0,91	1,03	1,15	1,28	1,41	1,54	1,67
52	0,23	0,36	0,48	0,61	0,73	0,86	0,99	1,12	1,25	1,39	1,53	1,67	1,81
54	0,25	0,38	0,53	0,66	0,80	0,93	1,07	1,21	1,35	1,50	1,65	1,80	1,96
56	0,27	0,42	0,57	0,72	0,86	1,01	1,16	1,31	1,46	1,62	1,78	1,95	2,11
58	0,29	0,45	0,61	0,77	0,92	1,08	1,25	1,41	1,57	1,74	1,91	2,08	2,27
60	0,31	0,48	0,66	0,83	0,99	1,16	1,33	1,51	1,68	1,86	2,05	2,23	2,42
62	0,33	0,52	0,71	0,88	1,06	1,24	1,43	1,62	1,80	1,99	2,18	2,37	2,57

Таблица 6 - Рекомендуемое количество досок при распиловке бревен

Диаметр, см	Количество досок при распиловке вразвал	Распиловка с брусовкой. Количество <i>пар</i> досок при толщине бруса (в мм):							
		100	125	150	175	200	225	250	275
14	5 - 6	1 (1)							
16	5 - 6	1 (1)							
18	5 - 6 - 7	1 (1)	1 (1)						
20	5 - 6 - 7	2 (1)	1 (1)	1 (1)					
22	5 - 6 - 7	2 (1)	2 (1)	1 (1-2)					
24	6 - 7		2-3 (1)	2 (1-2)	1-2 (1-2)				
26	7 - 8		2-3 (1)	2 (1-2)	1-2 (1-2)				
28	8 - 9			2 (1-2)	2 (1-2)				
30	8 - 9 - 10			2-3 (1)	2-3 (1-2)	2 (2)	1 (2)		
32	9 - 10			3 (1)	2-3 (1-2)	2-3 (2)	2 (2)		
34	9 - 10				3 (1-2)	2-3 (2)	2 (2)	2 (2-3)	1 (3)
36	9 - 11				3 (1-2)	3 (2)	2-3 (2)	2 (2-3)	2 (2-3)
38	11				3 (1-2)	3 (2)	3 (2)	2 (2-3)	2 (2-3)
40						3-4 (2)	3 (2)	3 (2)	2 (2-3)
42							3-4 (2)	3 (2)	2-3 (2-3)

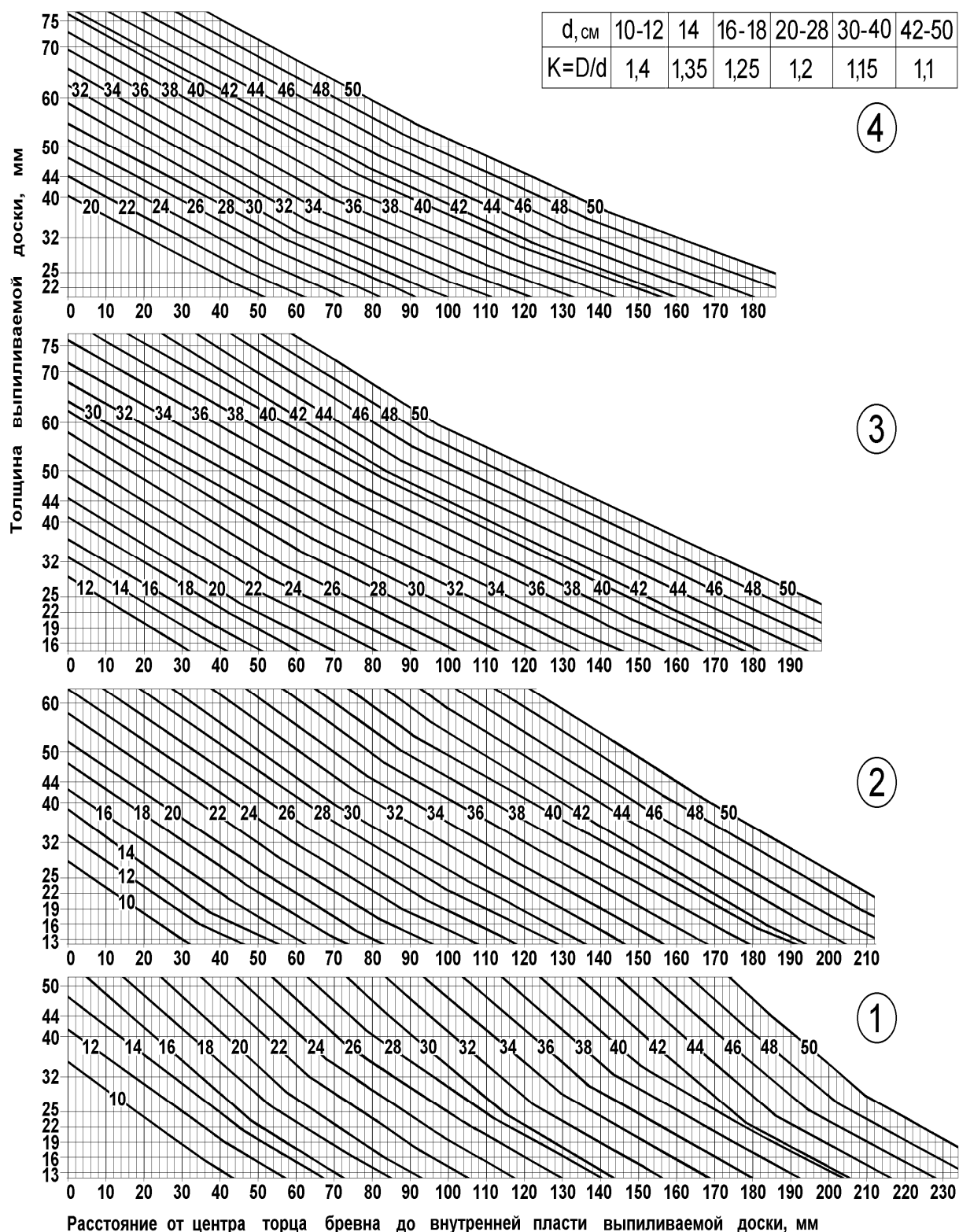


Рис. 1. Графики для составления поставок на распиловку бревен параллельно продольной оси ( В.Г. Уласовец)



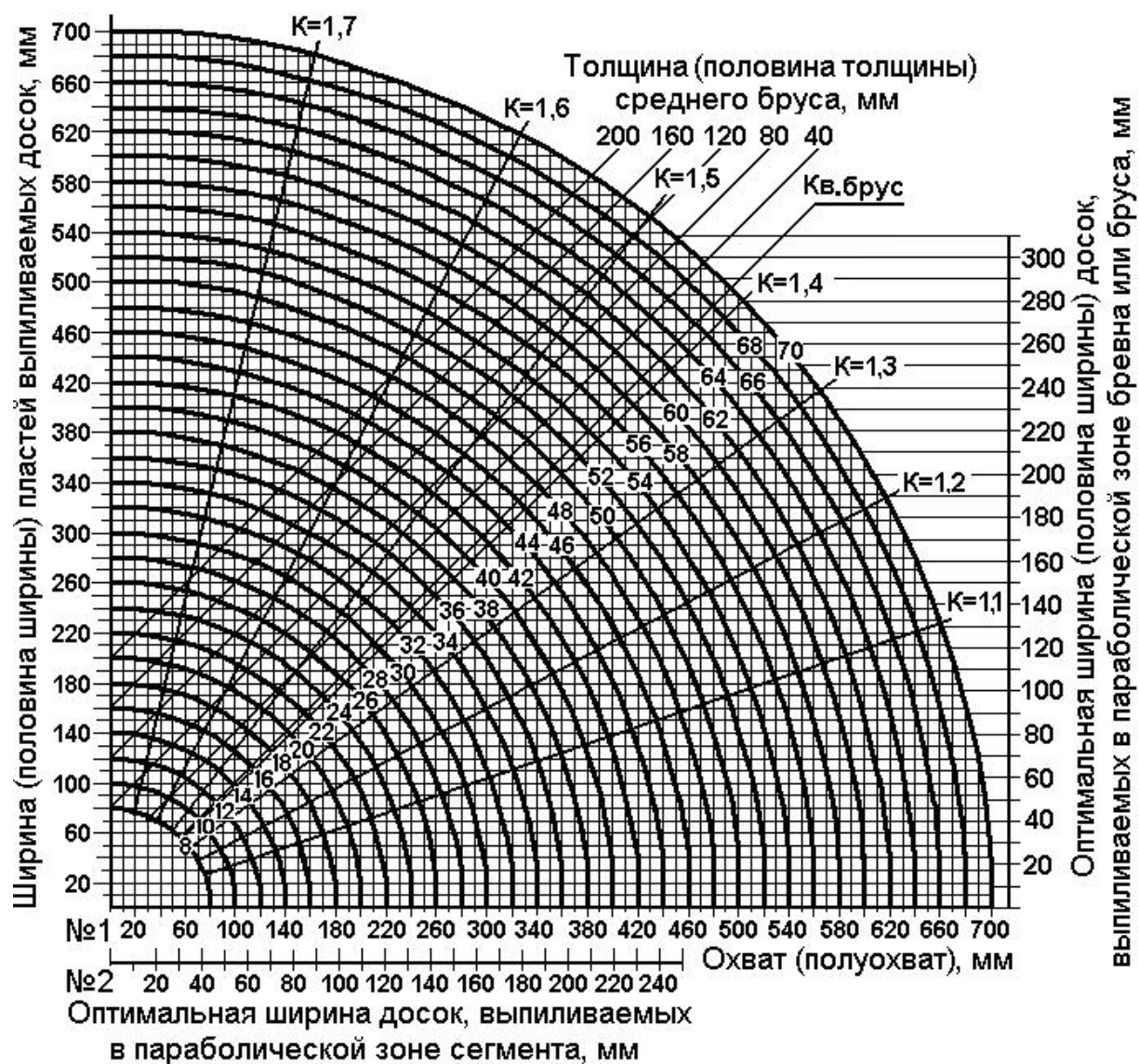


Рис. 2. График-квадрант для расчета поставов  
(Н.А. Батин, В.Г. Уласовец)

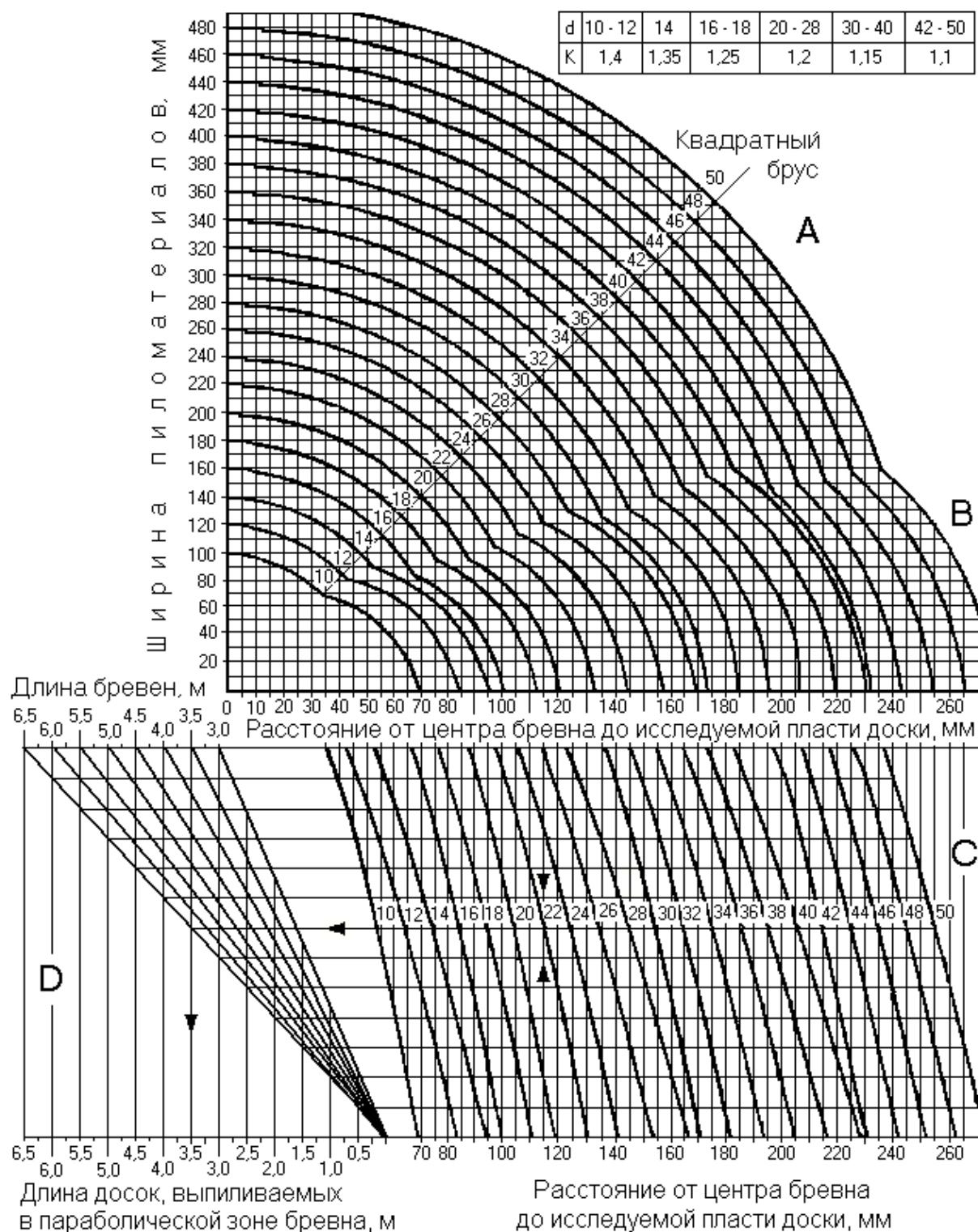
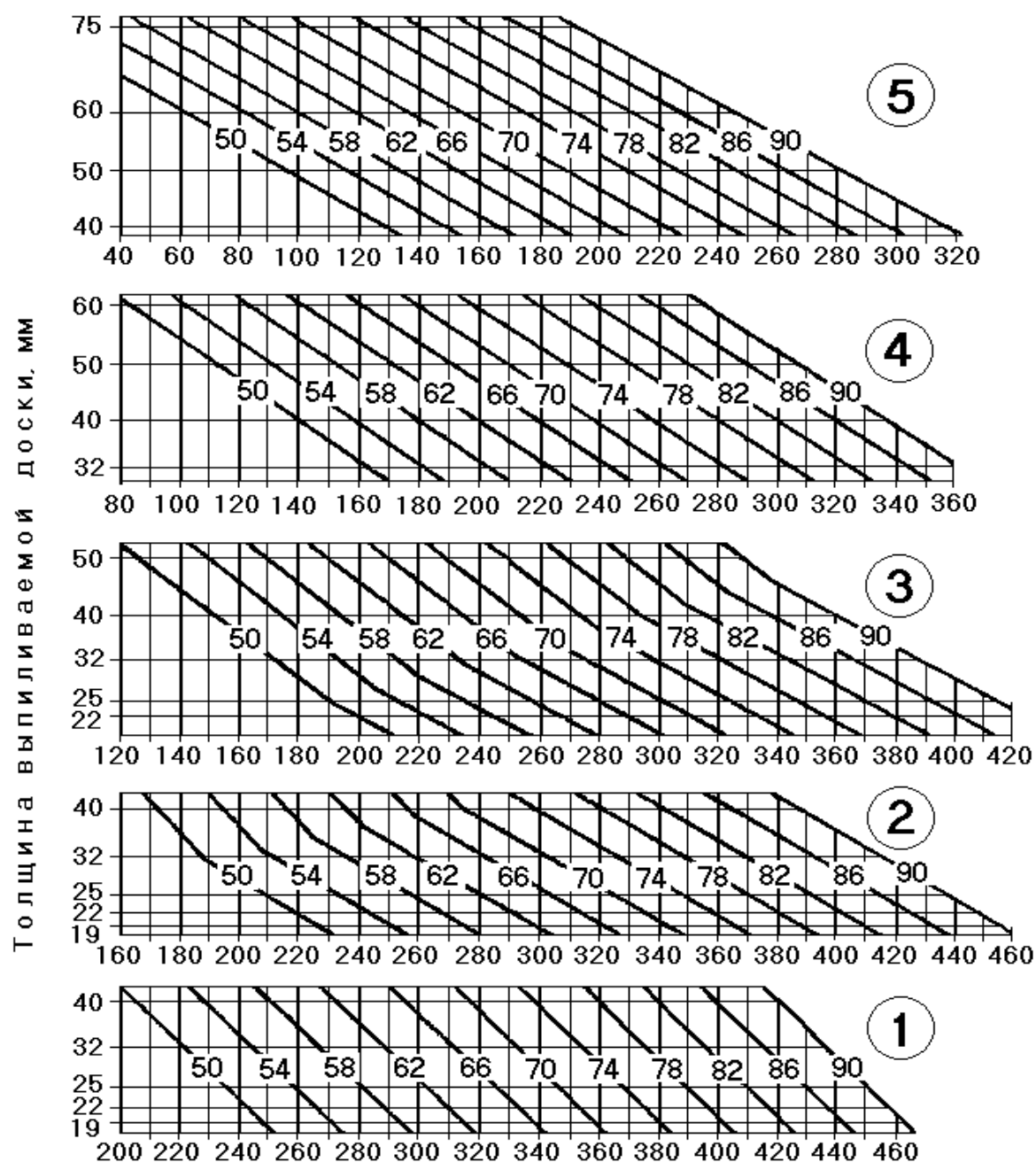


Рис. 3. Номограмма УЛТИ для расчета поставов при распиловке бревен параллельно их продольной оси ( В.Г. Уласовец)



Расстояние от центра торца бревна до внутренней пласти доски, мм

Рис. 4. Графики для составления поставов на распиловку крупномерных бревен при  $D/d = K = 1,17$  (Н.А. Батин, В.Г. Уласовец)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные понятия о поставках .....	3
2. Способы записи поставов .....	3
3. Основные требования к составляемым поставам .....	5
4. Расход ширины поставов .....	6
5. Составление и расчет поставов .....	8
5.1. Раскрой бревен вразвал с выпилкой обрезных досок ...	8
5.2. Раскрой бревен вразвал с выпилкой необрезных досок	17
5.3. Раскрой бревен с выпилкой одного бруса .....	20
5.4. Раскрой бревен с выпилкой двух брусьев .....	32
5.5. Раскрой бревен с выпилкой трех брусьев .....	42
Библиографический список .....	56
Приложение .....	57